This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

Phys
3348
98.5

HARVARD COLLEGE LIBRARY

BOUGHT FROM THE INCOME OF THE FUND
BEQUEATHED BY
PETER PAUL FRANCIS DEGRAND
(1787–1855)
OF BOSTON

FOR FRENCH WORKS AND PERIODICALS ON THE EXACT SCIENCES
AND ON CHEMISTRY, ASTRONOMY AND OTHER SCIENCES
APPLIED TO THE ARTS AND TO NAVIGATION

TRAITÉ PRATIQUE

DE

RADIOGRAPHIE ET DE RADIOSCOPIE.

TECHNIQUE ET APPLICATIONS MÉDICALES.

6251 B. — PARIS, IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
55, Quai des Grands-Augustins.

BIBLIOTHÈQUE PHOTOGRAPHIQUE.

TRAITÉ PRATIQUE
DE
RADIOGRAPHIE
ET DE
RADIOSCOPIE

TECHNIQUE ET APPLICATIONS MÉDICALES.

Par A. LONDE,

Directeur du Service photographique et radiographique à la Salpêtrière
(Clinique des Maladies du système nerveux).
Lauréat de l'Académie de Médecine, de la Faculté de Médecine de Paris,
Officier de l'Instruction publique.

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE,
ÉDITEUR DE LA BIBLIOTHÈQUE PHOTOGRAPHIQUE,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1898
(Tous droits réservés.)

Phys 3348.98.5

HARVARD COLLEGE
MAR 16 1922
LIBRARY

DEGRAND FUND B

PRÉFACE.

Placé par la confiance de nos maîtres, MM. les Professeurs Charcot et Raymond, à la direction du premier Laboratoire de Photographie médicale installé régulièrement dans les hôpitaux par les soins de l'Administration de l'Assistance publique de Paris, nous n'avons cessé, depuis 1882, de nous consacrer entièrement au perfectionnement de ce service : nous avons du reste résumé dans un Ouvrage antérieur le rôle si important qui était dévolu à la Photographie dans les Sciences médicales (1). Ce rôle, d'ordre iconographique, avait une grande portée scientifique, en diffusant de la façon la plus large, dans le corps médical, les cas intéressants, en accompagnant et complétant les observations, en conservant les documents histologiques, en permettant même, dans certaines hypothèses, l'analyse de mouvements complexes qui échappent en grande partie à l'œil humain : mais, il faut bien le dire, les enseignements qu'elle donnait étaient profitables principalement au médecin et non pas au malade lui-même.

Aujourd'hui, et grâce à la merveilleuse découverte du Professeur Rœntgen, il n'en est plus de même; la plaque photographique enregistre les lésions, les déformations, les traumatismes, elle

(1) Londe (A.), *La Photographie médicale*. Grand in-8, avec 80 figures et 19 planches; 1893 (Paris, Gauthier-Villars et fils).

décèle les corps étrangers, elle guide l'œil du médecin et du chirurgien, dont les moyens d'investigation et d'exploration se trouvent ainsi singulièrement élargis : leur intervention thérapeutique ou chirurgicale peut se faire de suite, sans la moindre hésitation, et le malade retirera tous les avantages d'une action immédiate.

A ce titre, la Photographie médicale vient d'entrer dans une nouvelle phase de son développement. Dans tous les services hospitaliers où il existe des laboratoires de Photographie, ceux-ci devront recevoir l'installation radiographique nécessaire ; dans les autres, où l'on sera amené à créer un service radiographique, on sera conduit, par la force des choses, à le compléter par un laboratoire de Photographie.

On nous objectera que, grâce à la *Radioscopie* qui permet de voir les sujets étudiés sur un écran fluorescent, la *Radiographie,* qui consiste précisément dans la reproduction sur la plaque photographique de ces mêmes images, devient inutile et n'est qu'une complication nouvelle pour le praticien. Ce n'est pas notre avis. La Radioscopie, telle que nous pouvons la réaliser avec nos connaissances actuelles, laisse encore beaucoup à désirer ; à peu près satisfaisante pour l'examen des parties minces du corps humain, elle devient insuffisante lorsqu'il s'agit des parties épaisses : l'effet sur l'œil est immédiat, mais l'intensité de l'image ne croît pas avec la durée d'examen. Au contraire, sur la plaque photographique les impressions s'ajoutent les unes aux autres et, par une pose suffisante, on arrive à percevoir des détails qui échappaient précédemment, à traverser des épaisseurs qui étaient un obstacle presque absolu pour l'examen direct.

Nous croyons donc que l'emploi de la Radiographie conjointement avec celui de la Radioscopie est nécessaire. On examinera d'abord le sujet à l'écran ; si le résultat cherché est obtenu, on s'en tiendra là ; mais la plupart du temps, du moins dans l'état ac-

tuel de la science, il faudra recourir à l'enregistrement sur la plaque photographique; celui-ci, absolument impersonnel, ce qui élimine entre parenthèses toutes les erreurs d'interprétation que l'observateur le plus consciencieux peut faire sur une image entrevue plutôt que rigoureusement dessinée, aura l'avantage de constituer un document durable, susceptible d'être analysé et étudié à tête reposée, comparé à d'autres et enfin publié. Ces qualités dominantes de la Photographie, fixation des images et leur multiplication, ont encore ici plus d'importance que dans la Photographie médicale ordinaire.

En résumé, pour tirer de la découverte de Rœntgen tous les résultats qu'on peut déjà en espérer, il sera nécessaire de compléter les services photographiques existants ou d'en créer d'autres en leur donnant toutes les ressources voulues au point de vue radiographique. C'est là, il ne faut pas se le dissimuler, une grosse question au point de vue budgétaire, et l'on comprend facilement que l'Administration de l'Assistance publique hésite encore sur les voies et moyens les plus convenables pour donner satisfaction aux médecins et chirurgiens sans faire de dépenses soit exagérées, soit inutiles. La question serait évidemment un peu simplifiée si l'on pouvait se contenter uniquement de la Radioscopie, mais, comme nous l'avons déjà dit et comme le lecteur en verra la preuve dans cet Ouvrage, ce procédé d'examen sommaire ne peut suffire dans la plupart des cas.

Du moment que le laboratoire photographique paraît le corollaire nécessaire, une autre solution consisterait à créer dans chaque hôpital un service radiographique complet. Mais c'est encore là une grosse dépense, car il ne faut pas s'imaginer que tout sera fait lorsque pour chaque hôpital on aura fait la dépense du matériel : il est une autre question que nous n'avons pas encore abordée et qui est capitale, c'est celle du personnel indispensable pour tirer

parti de ce matériel. Il ne faut pas croire, en effet, qu'une fois en possession de l'outillage convenable, il n'y aura qu'à amener le malade et à faire l'examen sur l'écran ou le cliché photographique, c'est une erreur complète; le maniement des ampoules radiographiques est chose fort délicate, comme il sera démontré par la suite. Il faut que l'opérateur, par une série de travaux préalables, d'opérations diverses faites suivant l'état de l'ampoule, suivant la température, suivant l'énergie du courant électrique, amène son matériel au point précis où il donnera le maximum d'effet : ce travail préliminaire et qui exige des soins constants ne peut guère être demandé au personnel médical, à moins que celui-ci ne consente à négliger en grande partie ses occupations professionnelles. Il faut d'autre part, pour le maniement des appareils, leur entretien, la charge des accumulateurs, certaines connaissances pratiques que l'opérateur devra acquérir par un apprentissage spécial, sinon les appareils ne seront jamais prêts à fonctionner au moment voulu, ou encore ils seront vite mis hors d'usage.

Comme conclusion, que ce soit un opérateur spécialement désigné pour ces fonctions, ou que le médecin ou un de ses aides consente à s'en charger, il ne faut pas se dissimuler qu'ils acceptent une tâche fort délicate et tout à fait absorbante; s'ils sont amenés, comme cela est inévitable, à faire en même temps de la Photographie, il faudra qu'ils possèdent également dans cette matière les connaissances indispensables. On a tellement répété sur tous les tons que la Photographie était à la portée de tous, que bien des personnes et, nous devons le dire, bien des savants, la considèrent comme une opération tout à fait accessoire et n'offrant aucune difficulté. Nous nous sommes toujours élevé contre cette assertion, la grande pratique de la Photographie nous montrant à chaque pas la complexité des problèmes à résoudre : mais c'est principalement dans la Radiographie qu'il sera nécessaire de mettre à profit

toutes les ressources de la technique photographique. Le personnel affecté à ce service devra donc posséder, outre les connaissances radiographiques indispensables, une éducation photographique des plus complètes.

Si les opérations préliminaires de la Radiographie demandent un certain temps, les opérations photographiques, développement des clichés, lavages, tirage des épreuves, etc., demandent encore plus de temps et nécessitent la présence constante de l'opérateur.

Il résulte de ce que nous venons d'exposer que tout laboratoire de Radiographie médicale doit être pourvu d'un personnel attitré pour en assurer le bon fonctionnement, ce personnel ayant toute compétence au point de vue radiographique et photographique.

On voit, par suite de ces nécessités, que le projet de créer dans chaque hôpital un laboratoire de ce genre, auquel serait attaché un personnel particulier, constituerait une charge très lourde pour l'Administration, mais au moins le service serait assuré d'une façon satisfaisante.

Une autre solution consisterait à n'établir dans Paris qu'un service central, très bien outillé, possédant le matériel fixe et portatif nécessaire, et un personnel assez nombreux pour satisfaire à toutes les demandes. La création d'un service de ce genre aurait l'avantage d'assurer l'unité de direction, de permettre une installation telle qu'on n'en pourrait faire de pareille dans chaque hôpital. Cette installation, sous les ordres d'un chef compétent, aurait les moyens de poursuivre les recherches qui sont nécessaires dans l'application de cette découverte encore si récente, de créer des perfectionnements dont la technique spéciale a encore si besoin.

Par contre, cette solution aurait de graves inconvénients qu'on ne saurait passer sous silence : tous les malades transportables devront être radiographés au service central ; pour les autres, le personnel du service radiographique devra se déplacer. Sans parler

des frais de transport considérables qui résulteront de ces déplacements, on peut se demander si le matériel portatif permettra d'obtenir les résultats donnés par l'installation fixe du laboratoire central. Le matériel est délicat et des accidents seront toujours à craindre pendant le transport : enfin, on ne sera jamais fixé de suite sur le résultat radiographique, puisqu'il faudra rentrer au laboratoire central pour développer les clichés. C'est là le point faible des opérations faites au dehors, car tous ceux qui ont fait quelque peu de Radiographie savent les difficultés de la question, et la nécessité de faire quelquefois plusieurs clichés avant d'atteindre le résultat cherché.

En dernier lieu, nous croyons que la création d'un laboratoire unique de Radiographie ne satisferait aucunement les médecins et les chirurgiens qui arriveront, par la force des choses, à demander toujours l'examen dans leurs services et sous leurs yeux : l'installation centrale deviendrait donc le plus souvent inutile et un personnel nombreux avec un matériel roulant considérable serait tous les jours en déplacement dans tous les hôpitaux de Paris.

A notre avis, la solution la plus logique consisterait à installer dans tous les hôpitaux des services particuliers, convenablement outillés, pourvus d'un personnel capable, et dotés des crédits suffisants pour en assurer le bon fonctionnement. A l'un d'eux pourrait être adjoint un laboratoire de recherches qui aurait pour objet de perfectionner la technique de la Radiographie et d'en faire bénéficier tous les autres établissements : ce laboratoire devrait être chargé également de l'instruction technique et pratique des opérateurs. Ce sont là, évidemment, des dépenses assez importantes à faire. Mais, devant les résultats déjà obtenus par la Radiographie, devant les services qu'elle est encore appelée à rendre, il est impossible d'attendre plus longtemps. Seulement, il est indispensable de faire le sacrifice nécessaire et de ne pas prendre de

demi-mesures qui, en somme, sont toujours plus coûteuses, car elles ne peuvent donner aucun résultat satisfaisant.

Depuis près de trois années, nous nous sommes consacré à l'étude pratique de la Radiographie dans le laboratoire de la Salpêtrière, étude qui nous a absorbé presque complètement : les idées que nous avons pu nous faire sur l'état de la question, nous les soumettons modestement à l'examen de l'Administration : l'expérience que nous avons acquise, nous la mettons à la disposition de nos collègues qui voudront bien lire cet Ouvrage, dans le but de s'adonner à la mise en œuvre de la découverte du Professeur Rœntgen.

A. Londe.

P. S. — Nous venions d'écrire les lignes qui précèdent, lorsque le Conseil municipal de Paris, dans sa séance du 31 décembre 1897, a décidé la création d'un laboratoire municipal de Radiographie, rattaché au service de Photographie de la Salpêtrière. Les désirs que nous exprimions se trouvent donc réalisés pour un des hospices de Paris, celui qui possédait déjà un laboratoire officiel de Photographie. Des créations analogues devront être vraisemblablement multipliées, cela est indiscutable.

Nous devons ajouter que divers services ont déjà reçu quelques crédits pour acquérir le matériel nécessaire, mais sans qu'il y ait eu d'organisation comparable à celle que nous avions pu réaliser à la Salpêtrière, grâce à l'existence d'un laboratoire photographique fonctionnant régulièrement. La plupart de ces installations, forcément sommaires et n'ayant pas le personnel nécessaire, n'ont certainement pas donné ce que l'on pouvait en espérer, car, à plusieurs reprises, des malades nous ont été envoyés d'hôpitaux possédant un matériel radiographique. Ces faits, que nous croyons devoir rapporter, prouvent qu'il ne faut pas de demi-mesures et

qu'à chaque service radiographique d'hôpital on doit assurer le personnel et les crédits nécessaires. A ces conditions seulement, on obtiendra de la découverte de Rœntgen les résultats qu'elle est susceptible, dès à présent, de donner dans les Sciences médicales (1).

---

(1) Nous tenons à remercier d'une manière toute particulière MM. J.-L. Breton, de Bourgade, Chabaud, Clément et Gilmer, Ducretet, Gaiffe, L. Leroy, Radiguet, O. Rochefort et Seguy qui ont mis très obligeamment à notre disposition un certain nombre de figures.

Nous avons pu publier la reproduction d'un grand nombre de nos radiographies, et augmenter ainsi les exemples mis sous les yeux du lecteur grâce à M. Radiguet et à MM. Clément et Gilmer qui ont fait exécuter les clichés phototypographiques et nous les ont aimablement prêtés. Nous leur en exprimons ici toute notre reconnaissance.

Nos amis Paul Richer et Henry Meige ont bien voulu nous prêter le concours de leur talent pour l'exécution d'un certain nombre de dessins; M. Streiff et notre préparateur M. Ch. Infroit nous ont aidé dans le travail fastidieux de la correction. Nous adressons à tous ces Messieurs nos plus sincères remerciements.

A. L.

TRAITÉ PRATIQUE

DE

RADIOGRAPHIE ET DE RADIOSCOPIE.

TECHNIQUE ET APPLICATIONS MÉDICALES.

INTRODUCTION.

Notre intention n'est pas de faire l'historique de la découverte mémorable du Professeur Rœntgen, de signaler les travaux antérieurs qui ont conduit le savant allemand à des résultats entièrement nouveaux : ce travail a été fait dans nombre d'Ouvrages (1). Nous n'avons nul désir non plus de discuter la théorie des phénomènes qui président à la genèse des nouvelles radiations utilisées en Radioscopie et en Radiographie; de plus compétents que nous l'ont fait, sans du reste arriver à des explications satisfaisantes : ce qui nous intéresse davantage, au point de vue pratique et des applications à la Médecine et à la Chirurgie, c'est la technique spéciale, qui est délicate et demande à être connue à fond par l'opérateur qui veut se spécialiser.

Nous avons été des premiers en France à répéter les expériences de Rœntgen et depuis cette époque nous n'avons cessé de nous occuper de cette question si attachante et si importante. Le lecteur trouvera dans cet Ouvrage l'exposé des observations person-

---

(1) Nous citerons en particulier *Les Rayons X et la Photographie à travers les corps opaques*, par Ch.-Ed. GUILLAUME; 1897 (Paris, Gauthier-Villars et fils); — Le *Traité de Radiographie médicale et scientifique*, du Dr FOVEAU DE COURMELLES; 1897 (Paris, Doin); — *Les Rayons X*, de J.-L. BRETON; — *La technique et les applications diverses des Rayons X*, par le Dr VAN HEURCK, etc.

nelles qu'il nous a été donné de faire. Ces observations, jointes à celles qui ont été indiquées par d'autres chercheurs et qui ont reçu la sanction de la pratique, constitueront, nous l'espérons, un guide sûr et précis pour le radiographe. Si nous arrivons à ce résultat, le but que nous nous proposons sera pleinement atteint.

Le point de départ de la découverte de Rœntgen, ainsi qu'il ressort de son Mémoire original, est le suivant; si l'on fait passer un courant électrique à haute tension dans un récipient de verre dans lequel le vide est poussé aux environs de $\frac{1}{1000000}$ d'atmosphère, on obtient des radiations particulières douées de propriétés spéciales (1) : elles sont susceptibles d'exciter à distance des substances fluorescentes, c'est la base de la Radioscopie; elles agissent sur les préparations photographiques, c'est la base de la Radiographie : dans un cas comme dans l'autre, si l'on interpose certains corps, les uns seront traversés par les radiations, d'autres formeront un écran absolu : si le même corps présente à la fois des parties inégalement transparentes et quelques-unes tout à fait opaques, on obtiendra, soit sur l'écran fluorescent, soit sur la plaque photographique, de véritables images qui donneront la représentation de la constitution intime de l'objet examiné.

Nous aurons donc à étudier successivement :

1° Le matériel;
2° La technique radiographique;
3° La technique radioscopique.

Dans la seconde Partie, nous discuterons les résultats obtenus et parcourerons les diverses applications actuellement faites dans le domaine de la Médecine et de la Chirurgie.

Nous terminerons par une revue rapide d'autres applications également intéressantes, soit au point de vue scientifique, soit au point de vue industriel.

---

(1) Le Prof^r Rœntgen a proposé de désigner ces radiations dont on ne connaît pas encore la nature sous le nom de *rayons X* (*X-Strahlen*). Nous leur conserverons cette dénomination.

PREMIÈRE PARTIE.

MATÉRIEL ET TECHNIQUE.

CHAPITRE I.

DU MATÉRIEL NÉCESSAIRE POUR LA RADIOGRAPHIE ET LA RADIOSCOPIE.

Les expériences de Rœntgen ont été faites en employant le courant d'une forte bobine d'induction. C'est du reste le dispositif qui est le plus généralement adopté et qui donne jusqu'à présent les meilleurs résultats. Nous allons l'étudier tout spécialement, nous réservant d'indiquer par la suite les autres procédés qui peuvent encore être utilisés.

Nous aurons donc à examiner : 1° le générateur d'électricité; 2° le transformateur; 3° le récepteur constitué par l'ampoule à vide.

I. — GÉNÉRATEUR D'ÉLECTRICITÉ.

L'électricité nécessaire pour actionner le transformateur peut être produite par des piles, des accumulateurs ou des machines électriques.

Suivant les ressources dont on dispose, le lieu où l'on travaille, on pourra être conduit à adopter l'une ou l'autre de ces combinaisons.

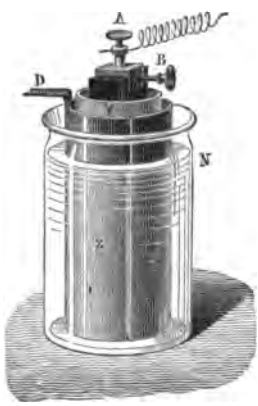
1° Piles électriques.

On ne devra faire usage des piles que lorsqu'il sera impossible d'utiliser un autre mode de production de l'électricité : elles de-

mandent en effet des manipulations constantes et un entretien continuel et coûteux. Néanmoins, parmi les nombreux modèles de piles existants, deux sont particulièrement à recommander : ce sont la pile Bunsen et la pile au bichromate de potasse.

Pile Bunsen. — Cette pile se compose d'un récipient en grès qui renferme une lame cylindrique de zinc, puis un vase poreux, dans lequel est placé un prisme de charbon de cornue (*fig.* 1).

Fig. 1.



Pile Bunsen.

Le zinc (pôle négatif) plonge dans une solution d'acide sulfurique au $\frac{1}{20}$ en volume; le vase poreux est rempli d'acide azotique d'une densité de 40° Baumé. Le charbon forme le pôle positif. L'élément ainsi constitué a une force électromotrice de $1^{volt},8$. Ce modèle de pile, bien souvent employé dans les laboratoires, est excellent mais a l'inconvénient de dégager des vapeurs acides très irritantes : on devra donc installer la batterie soit à l'air libre, soit sous une hotte ayant un fort tirage. Pour assurer la régularité de fonctionnement il est nécessaire de bien décaper tous les contacts : le zinc doit être parfaitement amalgamé et il faut le remettre en état fréquemment. Pour faire cette opération, on le frotte avec de l'eau acidulée au moyen d'une brosse dure afin de bien décaper, puis avec du mercure jusqu'à ce que l'on obtienne un beau brillant.

Cette pile s'use à circuit ouvert et si elle est excellente pour des expériences d'une certaine durée et qui se succèdent rapidement, elle est moins avantageuse pour des opérations de courte durée qui se feraient à de longs intervalles.

Une fois les expériences terminées, il faut sortir les vases poreux et les zincs de la batterie. Ces derniers devront être lavés avec soin pour les débarrasser de toutes traces d'acide.

Pile au bichromate de potasse. — Pour éviter le dégagement des vapeurs nitreuses qui est un inconvénient sérieux dans la pile Bunsen, on a cherché à employer un dépolarisant inodore. L'acide chromique possède cet avantage et son emploi a fait construire de nombreux modèles qui sont assurément plus pratiques.

Notons tout d'abord que dans la pile Bunsen on peut remplacer l'acide azotique par une dissolution saturée de bichromate de potasse additionnée de la quantité voulue d'acide sulfurique.

On mettra alors dans le vase poreux une solution formée de

Eau	1000^{cc}
Bichromate de potasse	150^{gr}
Acide sulfurique	250^{cc}

Dans le vase extérieur on mettra de l'eau acidulée (acide sulfurique au $\frac{1}{10}$).

Parmi les bons modèles de piles au bichromate nous citerons la pile Radiguet et la pile Trouvé.

Pile Radiguet. — Un charbon de forme circulaire est placé dans le vase extérieur ; dans le vase poreux se trouve une lame de zinc épaisse. On se sert des solutions que nous venons d'indiquer.

Pile Trouvé. — Les éléments sont de forme rectangulaire et contiennent un seul liquide, la solution de bichromate de potasse. Les zincs et les charbons (un zinc intercalé entre deux charbons pour chaque élément) sont montés sur un treuil qui permet de les monter ou descendre à volonté. On peut donc les immerger de plus en plus, au fur et à mesure de l'épuisement du liquide ; d'autre part, lorsqu'on ne travaille pas, le relèvement complet des

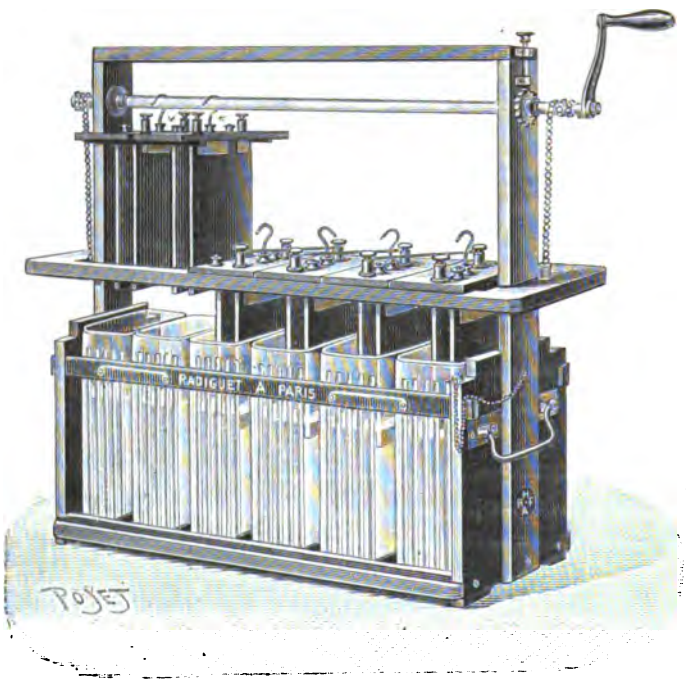
éléments hors du liquide empêche toute usure de la pile. La force de cette pile est d'environ 2 volts par élément.

M. Trouvé a indiqué une formule de solution sursaturée qui donne de très bons résultats. Voici les quantités pour une batterie de six éléments :

Eau	8000cc
Bichromate de potasse en poudre	1200gr
Acide sulfurique	3000cc

Le bichromate étant mis dans une grande terrine ou une cap-

Fig. 2.



Batterie à treuil de M. Radiguet.

sule de porcelaine, on ajoute la quantité d'eau indiquée. On fait alors couler l'acide sulfurique très lentement et en agitant conti-

nuellement ([1]). Il se fait une élévation de température très considérable et lorsque l'opération est terminée, tout le bichromate est dissous. Le liquide obtenu est d'un beau rouge foncé, complètement clair. On laisse refroidir et l'on garnit les vases ([2]).

Une batterie de six éléments peut actionner une bobine donnant de 12^{cm} à 15^{cm} d'étincelle : elle peut fonctionner pendant six ou sept séances d'une heure environ.

M. Radiguet construit une pile du même genre qui a l'avantage de permettre de mettre en service un plus ou moins grand nombre d'éléments (*fig.* 2).

2° Accumulateurs.

Les accumulateurs sont des appareils qui utilisent l'énergie électrique qu'on leur fournit à effectuer des réactions chimiques sur des substances déterminées, susceptibles de se recombiner à nouveau en restituant de l'énergie électrique. Ils permettent en quelque sorte d'emmagasiner celle-ci; ce sont, en somme, de véritables réservoirs d'électricité.

De nombreux composés peuvent servir pour constituer des accumulateurs, mais ceux que l'on emploie le plus généralement sont les oxydes de plomb.

Ces accumulateurs comprennent deux électrodes, l'une formée de plomb réduit très poreux, c'est le *pôle négatif* ou *cathode;* l'autre de peroxyde de plomb, c'est le *pôle positif* ou *anode*. Ces électrodes baignent dans de l'acide sulfurique dilué (*fig.* 3).

Si nous envoyons dans ce dispositif un courant électrique, en ayant soin de mettre en communication le pôle positif de la source d'électricité avec le pôle positif de l'accumulateur et de même pour le pôle négatif, l'eau sera décomposée, il se dégagera de l'hydrogène au pôle négatif et de l'oxygène au pôle positif. L'hydrogène

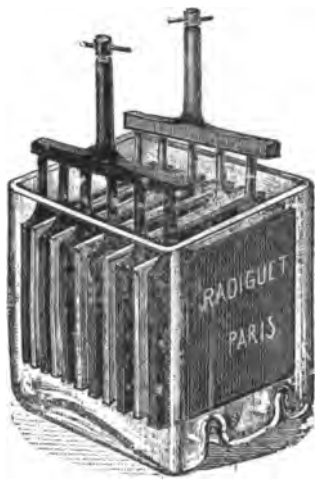
---

([1]) Pour cette opération, mettre l'acide sulfurique dans un flacon à robinet de verre et ouvrir celui-ci de façon à obtenir un écoulement du liquide en filet.

([2]) Pour les personnes qui ne voudraient pas faire elles-mêmes la solution de bichromate, nous signalons un produit que l'on vend tout préparé dans le commerce sous le nom de *sel chromique*. Il suffit de faire dissoudre ce sel dans l'eau, et l'on n'a à effectuer aucune manipulation d'acide.

sera absorbé par le plomb spongieux et l'oxygène formera du peroxyde de plomb sur l'anode; si nous interrompons le courant, l'appareil restera un certain temps dans cet état sans pertes appréciables : il est *chargé,* comme on dit habituellement. Vient-on alors à réunir par un conducteur les deux électrodes de l'accumu-

Fig. 3.



Accumulateur électrique.

lateur, les réactions inverses se produisent, un courant électrique s'établit et dure tant que les électrodes sont réunies et jusqu'à épuisement des réactions chimiques. L'accumulateur est alors *déchargé*. On peut emmagasiner à nouveau de l'électricité en le rechargeant, et ainsi de suite.

Les questions que nous allons avoir à examiner à propos des accumulateurs sont les suivantes : 1° choix des accumulateurs; 2° charge et entretien.

1° Choix des accumulateurs. — Il existe un grand nombre de modèles d'accumulateurs qui sont basés sur le même principe, mais qui diffèrent par certains détails concernant principalement le mode de formation des électrodes.

Dans les uns, le peroxyde de plomb et le plomb spongieux sont

formés par des passages répétés du courant électrique jusqu'à ce que l'on ait obtenu une désagrégation suffisante : ce sont les accumulateurs à formation électrique, genre Planté.

D'autres sont constitués par des plaques de plomb gaufrées ou ajourées, dans les alvéoles desquelles on comprime des oxydes de plomb, litharge et minium. On facilite ainsi beaucoup le travail de formation électrique. Ce type, parfait pour une installation fixe, convient moins bien pour des appareils destinés à être transportés, le choc pouvant facilement détacher les oxydes comprimés.

Dans les divers types d'accumulateurs, les électrodes sont très rapprochées ; aussi la résistance intérieure est très faible : leur force électromotrice est élevée et peut atteindre jusqu'à $2^{\text{volts}},5$ par élément. Des modèles relativement peu encombrants et dont nous décrirons quelques types par la suite, peuvent donner des intensités de 10 à 15 ampères.

Aussitôt après la mise en service, après une courte période qui correspond à ce que l'on appelle le *coup de fouet,* la force électromotrice descend à $2^{\text{volts}},10$; pendant les deux tiers de la décharge elle se maintient légèrement supérieure à $1^{\text{volt}},9$.

Dans une batterie bien formée, la quantité totale d'électricité emmagasinée peut être de 10 ampèreheures par kilogramme de plomb. A la décharge on récupère à peu près 90 pour 100 de cette quantité, mais à la condition qu'il ne se soit pas écoulé un trop long intervalle entre la charge et la décharge.

Accumulateurs Blot. — Ce sont des accumulateurs à formation genre Planté, constitués par de minces lames de plomb gaufrées et repliées en forme de navette. Leur avantage est de pouvoir supporter des régimes beaucoup plus élevés que les accumulateurs à pastilles ; ils sont par suite très robustes et conviennent parfaitement pour un laboratoire d'expériences où il peut être nécessaire, à un moment donné, de disposer d'un surcroît d'énergie.

Accumulateurs Fulmen. — Ces accumulateurs possèdent des électrodes formées d'une enveloppe de celluloïd perforée dans laquelle se trouve placée la matière active : celle-ci est constituée par les oxydes de plomb ; au centre se trouve une lame de plomb

qui sert de collecteur de courant. Grâce à cette disposition, ces accumulateurs sont plus légers et moins volumineux que d'autres modèles. Ils sont enfermés dans des vases de celluloïd parfaitement étanches et n'ayant pas la fragilité des récipients de verre, ce qui les rend très pratiques pour le transport.

Une batterie de 9 accumulateurs, suffisante pour actionner une bobine donnant 20^{cm} d'étincelle pendant quatre à cinq heures, est contenue dans trois boîtes pesant chacune 12^{kg}.

La charge de ces accumulateurs doit être faite lentement et à un régime ne dépassant pas 2 à 3 ampères. Il faut alors compter pour cette opération une durée de huit à dix heures.

Accumulateurs Julien. — Dans ce type, la lame perforée est en alliage inoxydable formé de plomb, d'antimoine et de mercure en petite quantité. La force électromotrice moyenne est de $2^{volts},16$ par élément. Leur capacité est un peu plus de 11 ampèreheures par kilogramme de plomb. Cette maison fabrique des batteries d'accumulateurs portatifs qui conviennent parfaitement pour actionner les transformateurs employés en Radiographie.

2° Charge et entretien des accumulateurs. — Les accumulateurs sont placés dans un local sec sur des étagères; les vases extérieurs ne doivent pas se toucher : dans les installations importantes on les isole électriquement de la tablette au moyen d'isolateurs de verre ou de porcelaine.

Pour la charge, les accumulateurs sont groupés en tension. Chacun d'eux prend environ 3 volts, il faut donc limiter leur nombre suivant la différence de potentiel dont on dispose. C'est ainsi qu'avec le courant du secteur qui donne 110 volts on ne peut mettre en charge que 35 accumulateurs. Pour en charger un nombre inférieur, on intercalera une résistance pour diminuer le voltage, en comptant, comme nous l'avons dit, 3 volts par élément.

Si l'on effectue la charge des accumulateurs au moyen de piles Bunsen ou au bichromate de potasse, on emploiera deux éléments par accumulateur à charger. Une batterie de 8 accumulateurs exigera donc une pile de seize éléments. On peut cependant effectuer la charge avec huit éléments, à condition de fractionner la

batterie en deux séries de 4 accumulateurs montées en dérivation. Une fois chargés, les 8 accumulateurs sont remis en tension en une seule série.

La charge au moyen de piles occasionne naturellement des pertes considérables au point de vue du rendement final : elle ne peut être avantageuse que si l'on n'utilise les accumulateurs qu'à des intervalles éloignés : ceux-ci, en effet, peuvent rester chargés un temps assez long et être toujours prêts à fonctionner au moment voulu. On ne montera la pile que pour les recharger.

Avec les piles au bichromate qui ne dépensent pas lorsqu'on retire les zincs, il sera préférable de les employer directement au lieu de les utiliser à la charge des accumulateurs.

Les petits modèles d'accumulateurs sont généralement livrés chargés ou prêts à être chargés, c'est-à-dire qu'ils contiennent la solution d'eau acidulée. Pour les grands modèles on fera un mélange d'eau et d'acide sulfurique ainsi composé :

Eau.....	7 à 8 volumes.
Acide sulfurique (66° B.).....	1 volume.

Ce dernier doit être absolument pur et exempt de toutes traces d'arsenic, de cuivre ou de fer. On trouve, du reste, dans le commerce de l'acide sulfurique spécialement préparé pour garnir les accumulateurs. Il est désigné par les lettres SA (sans arsenic). Le liquide doit recouvrir complètement les plaques.

Pour effectuer la charge des accumulateurs, on dispose dans le circuit les appareils suivants :

1° Un disjoncteur automatique de courant;
2° Un ampèremètre et un voltmètre;
3° Un interrupteur et un rhéostat.

Le disjoncteur automatique est un appareil destiné à couper automatiquement le courant lorsque la force électromotrice de la source vient à baisser pour une raison quelconque. Sans ce dispositif, les accumulateurs se décharger aient dans la dynamo et pourraient se vider complètement.

L'ampèremètre sert à contrôler l'intensité du courant de charge,

il doit être surveillé fréquemment et il faut noter le temps de la charge afin de connaître la quantité d'électricité emmagasinée : il est indispensable de ne pas dépasser les régimes de charge fournis par les constructeurs sous peine de mettre les accumulateurs hors d'usage. On règle du reste le régime de charge au moyen du rhéostat qui permet d'augmenter ou de diminuer la résistance intercalée dans le circuit et fait varier par suite l'intensité du courant.

De temps en temps on constate les progrès de la charge au moyen du voltmètre. Lorsque les accumulateurs sont considérés comme déchargés, ils ont une force électromotrice de $1^{volt},65$ environ par élément. Cette force augmente progressivement jusqu'à $2^{volts},2$ pendant la charge, qui se termine à $2^{volts},45$ ou $2^{volts},5$.

Au début de la charge on peut employer sans inconvénients un courant plus intense, mais lorsque le voltage a atteint $2^{volts},3$ il faut diminuer peu à peu et terminer par un courant très faible.

On est averti que l'opération est terminée par le dégagement de nombreuses bulles gazeuses dans le sein du liquide, celui-ci bouillonne. On doit alors s'arrêter : continuer la charge ne servirait plus à rien et amènerait la désagrégation des plaques.

Lorsque dans une batterie quelques accumulateurs ont été inégalement épuisés, il faut retirer du circuit ceux qui bouillonnent et parachever la charge des autres en augmentant la résistance du rhéostat.

Le pôle positif, d'après une règle généralement adoptée, est marqué en rouge, le pôle négatif en noir ou en bleu. Au cas où les pôles n'auraient pas été marqués, ou si la couleur avait disparu, il suffit de regarder les plaques qui ont un aspect différent. Les plaques positives ont la teinte brune du peroxyde de plomb, les négatives sont noires.

La charge des accumulateurs doit se faire chaque fois que ceux-ci sont épuisés, mais il ne faut jamais les décharger à fond, et lorsque le voltage est descendu aux environs de $1^{volt},65$ par élément il est nécessaire de les recharger : autrement les oxydes réduits seraient transformés par l'acide sulfurique en sulfate de plomb qui est inactif.

Si les accumulateurs doivent rester plusieurs mois sans être utilisés, on doit les charger complètement, puis transvaser l'eau

acidulée dans une tourie. Dans cet état ils ne subiront aucune altération.

On surveillera bien le niveau du liquide qui doit toujours baigner entièrement les plaques : on remplace la partie qui s'est évaporée par de l'eau distillée.

Au lieu d'employer les piles pour le chargement des accumulateurs, on préfère généralement utiliser le courant produit par une dynamo particulière ou par une dynamo centrale (courant de ville). Dans le premier cas, on choisit une dynamo du voltage convenable pour assurer la charge dans les conditions indiquées précédemment; on actionne celle-ci par un moteur quelconque, hydraulique, à vapeur, à gaz, à pétrole, suivant les ressources dont on dispose. Dans le second cas, qui est évidemment plus pratique lorsqu'on est dans un endroit éclairé à l'électricité, il suffit de se brancher sur le secteur, à condition que celui-ci donne le courant continu. Le voltage habituel (environ 110 volts généralement) devra être réduit dans les proportions voulues, suivant le nombre d'accumulateurs à charger, au moyen d'un rhéostat. Cette solution qui est très pratique a néanmoins le défaut d'être dispendieuse si l'on n'a que peu d'accumulateurs à charger, car dans ce cas la majeure partie du courant est dépensée en pure perte dans la résistance. Au lieu de constituer celle-ci par un rhéostat métallique, on peut intercaler des lampes à incandescence dont la lumière sera utilisée pour l'éclairage du laboratoire, ou encore un rhéostat liquide dont nous parlerons plus loin.

Si l'on n'a à sa disposition que le courant alternatif (secteur de la rive gauche), il est nécessaire de le transformer en courant continu. On actionne alors au moyen du courant du secteur un moteur alternatif qui entraîne à son tour une dynamo à courant continu. Ces transformations successives du courant sont loin d'être économiques à cause des pertes inévitables qui en résultent, mais, une fois l'installation faite, cette solution est encore plus commode que l'emploi d'un moteur indépendant qu'il faut mettre en route et entretenir avec soin.

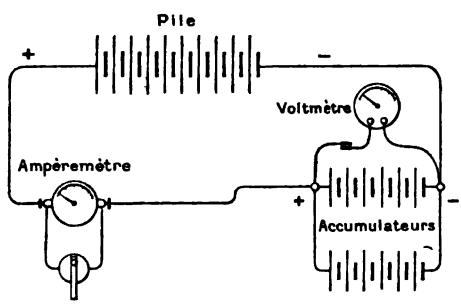
Pour brancher la ligne de charge des accumulateurs sur la prise du courant de lumière, on établit une dérivation aux bornes du compteur, en ayant bien soin de déterminer le sens du courant.

Pour reconnaître les pôles de la prise de courant que l'on veut installer, on se sert d'un appareil spécial qui se trouve dans le commerce et qu'on nomme *indicateur de pôles*. A défaut de cet appareil, on prend une petite bandelette de papier filtre blanc et on l'imbibe d'une solution de sulfocyanure de potassium ou d'ammonium. On branche sur les deux pôles deux petits fils de cuivre dont on applique les extrémités sur la bandelette à 5^{mm} ou 6^{mm} de distance. Le courant traverse le papier humide et décompose le sel, au pôle positif apparaît une raie rouge due à la formation de sulfocyanure de cuivre. On marquera du signe + la borne positive et du signe — la borne négative. On vérifiera ensuite avec un voltmètre le voltage de la ligne. On intercalera alors dans le circuit un rhéostat qui servira à régler l'intensité du courant suivant le nombre d'accumulateurs à charger. On disposera dans le circuit deux plombs fusibles destinés à parer à tout accident. Un ampèremètre installé également dans le circuit indiquera le régime de charge.

Pour bien fixer les idées du lecteur, nous croyons utile de mettre sous ses yeux diverses figures schématiques représentant la disposition des appareils dans le cas de la charge des accumulateurs, soit au moyen de piles, soit au moyen du courant envoyé par une dynamo spéciale ou du courant du secteur (courant continu).

1° *Charge des accumulateurs au moyen de piles :*

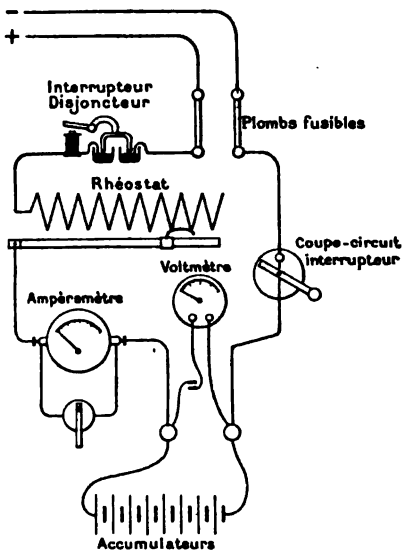
Fig. 4.



Une batterie de huit éléments au bichromate de potasse, charge deux batteries de 4 accumulateurs montés en dérivation (*fig.* 4).

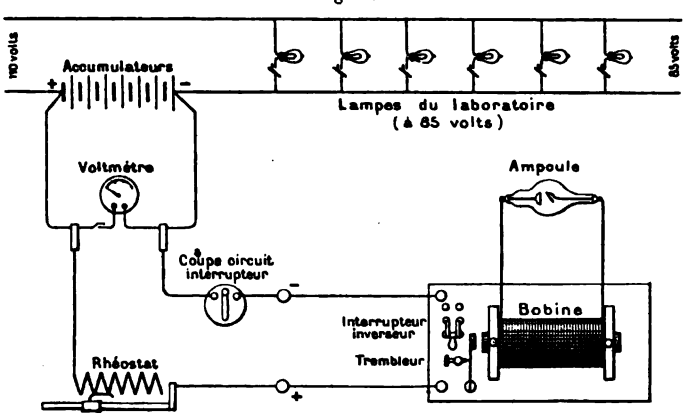
2° *Charge des accumulateurs au moyen d'une dynamo ou du courant direct d'une station centrale (fig. 5).*

Fig. 5.



3° *Charge des accumulateurs au moyen du courant continu*

Fig. 6.



fourni par une station centrale, combinée avec l'éclairage du laboratoire (fig. 6).

Cette disposition est la plus économique, les accumulateurs se chargeant automatiquement chaque fois que l'on allume une lampe. Il est seulement nécessaire de prendre des accumulateurs de grandes dimensions : de manière que si l'usage de la lumière dépasse de beaucoup l'emploi de la bobine il n'en résulte pas d'inconvénients pour les accumulateurs.

3° Emploi des machines d'induction.

Au lieu d'employer des piles ou des accumulateurs pour actionner le transformateur, on peut se servir de machines magnéto ou dynamo-électriques. Le principe de ces machines repose sur le déplacement d'un circuit électrique dans un champ magnétique intense, lequel déplacement donne naissance à des courants induits que l'on recueille au moyen de balais frottant sur le collecteur. Pour faire fonctionner une bobine donnant de 20^{cm} à 30^{cm} d'étincelle, on peut employer une petite dynamo de 20 volts et 10 ampères, soit 200 watts. Un moteur d'un tiers de cheval est suffisant pour l'actionner. Parmi les trois catégories de dynamos qui sont caractérisées comme on le sait par le mode d'excitation, celles qui sont excitées en dérivation ou *shunt-dynamos* sont préférables : elles peuvent être utilisées également pour la charge des accumulateurs.

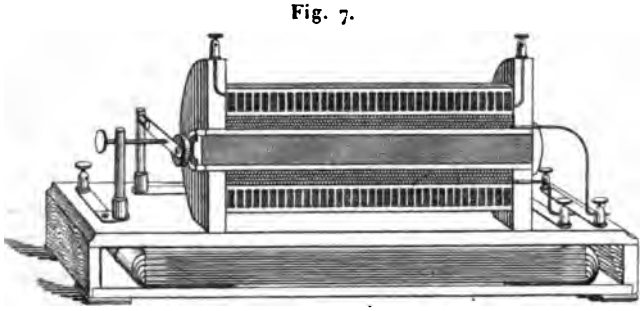
II. — LE TRANSFORMATEUR.

On utilise d'une manière presque générale la bobine d'induction qui a été inventée, comme on le sait, par Ruhmkorff. Mais le modèle classique qui servait dans les cours de Physique et les laboratoires scientifiques a dû subir certaines modifications nécessitées par le travail continu que l'on exige maintenant de cet appareil pour les applications de la Radiographie.

Nous rappellerons en quelques mots le principe de la bobine et insisterons plus particulièrement sur les récents perfectionnements qui y ont été introduits. La bobine d'induction se compose d'un noyau de fil de fer doux, autour duquel se trouvent enroulées deux bobines concentriques isolées électriquement, l'une qui est formée

d'un fil de cuivre gros et court, l'autre d'un fil fin et très long (*fig.* 7). La première se nomme bobine *inductrice* ou *primaire,* ou encore *inducteur;* la seconde, bobine *induite* ou *secondaire,*

Fig. 7.



Coupe de la bobine, d'après le modèle de l'ingénieur Chevallier.

ou plus simplement *induit.* Si l'on fait passer un courant intense dans le circuit primaire, il se développera un champ magnétique puissant en même temps que le noyau de fer s'aimantera énergiquement : aussitôt un courant d'induction se produira dans le circuit secondaire; si l'on vient alors à rompre brusquement le courant, un courant induit instantané de très haute tension se formera et provoquera la formation d'une étincelle aux extrémités libres du circuit secondaire.

Si l'on multiplie le nombre des passages du courant dans le primaire, et c'est là le rôle de l'interrupteur que nous allons décrire dans un instant, on obtiendra une succession ininterrompue d'étincelles. Bien que la bobine de Ruhmkorff donne par le fait naissance à des courants alternatifs, on ne recueille cependant aux bornes du secondaire que des courants de même sens; ceci tient à ce que les deux courants induits et inverses ont une tension absolument inégale. Lorsque l'on fait jaillir l'étincelle dans l'air ou dans un milieu raréfié tel que l'ampoule radiographique, seul le courant de haute tension qui correspond à la rupture du circuit primaire peut franchir l'obstacle.

La bobine de Ruhmkorff est donc un véritable transformateur qui transforme un courant à faible tension mais à grande intensité en un courant à grande tension mais à faible intensité. On trans-

forme de la sorte un courant de 10 volts et 10 ampères en un courant de 40000 volts, mais l'intensité est réduite à $0^{\text{ampère}},0025$.

Les effets obtenus au moyen de la bobine d'induction varieront donc d'après la manière de produire les interruptions : suivant leur fréquence, le régime du circuit primaire variera; or dans ce dernier, le courant ne prend pas tout de suite sa valeur, il possède ce que l'on nomme en Électricité de la *self-induction,* c'est-à-dire qu'il crée un champ magnétique qui a pour effet de produire un courant électrique opposé à celui que l'on envoie : cette réaction est comparable à celle du bélier hydraulique ou d'un ressort. Ainsi une bobine munie d'un trembleur très rapide et qui demandera 20 volts pour donner la longueur normale d'étincelle pourra fonctionner avec 8 ou 10 volts seulement si l'on fait usage d'un trembleur à faible fréquence, tel que le Foucault et malgré ce voltage inférieur, les étincelles seront plus longues et plus nourries que les précédentes.

Dans le modèle classique de Ruhmkorff, l'interrupteur était

Fig. 8.

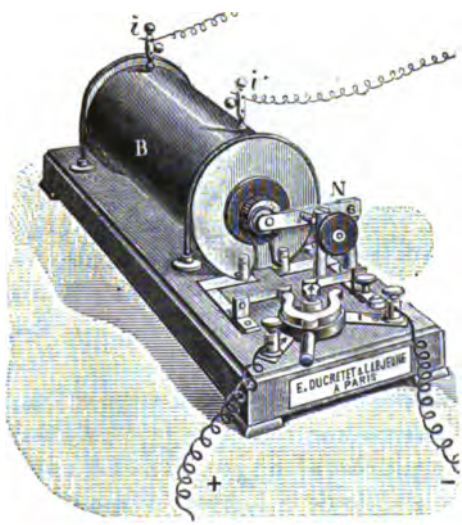
Interrupteur à marteau.

constitué par un petit marteau vertical fixé à l'extrémité d'un bras de levier et susceptible d'effectuer un mouvement de bas en haut (*fig.* 8). A l'extrémité inférieure de sa course, il reposait sur une

petite pièce d'acier nommée *enclume*. Le courant arrivant par cette pièce se trouvait fermé après avoir traversé le marteau et son levier mis en relation avec le primaire. Le noyau de fer doux, muni extérieurement d'un disque d'acier, s'aimantait et le marteau se trouvait attiré. Par suite de ce déplacement le courant était ouvert et, l'aimantation cessant, le marteau retombait. Le même phénomène se reproduisant indéfiniment tant que le courant était envoyé dans la bobine, la marche de celle-ci était assurée d'une façon régulière.

Ce premier type d'interrupteur, d'un fonctionnement simple et relativement lent, a été remplacé d'une manière générale par l'interrupteur à ressort qui existe sur la plupart des bobines; il n'est du reste qu'une variante du premier, mais grâce à la présence d'une lame élastique, une rapidité plus grande de fonctionnement

Fig. 9.

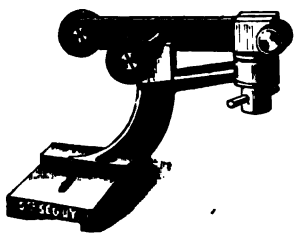


Interrupteur de Neef.

est obtenue (*fig.* 9 et 10). Un disque de fer doux est monté sur une lame métallique élastique de manière qu'il se trouve en face et à courte distance de l'extrémité du noyau de la bobine. Par derrière se dresse une colonne métallique qui est munie d'une vis

de réglage dont l'extrémité est au contact de la lame élastique. Le courant arrivant comme précédemment passe par la colonne, la vis et la lame métallique : aussitôt le noyau s'aimante, le disque

Fig. 10.



Détail de l'interrupteur de Neef.

de fer doux est attiré et le courant coupé. Grâce à l'élasticité de la lame, celle-ci revient rapidement au contact de la vis de réglage, et ainsi de suite.

L'extrémité de la vis de réglage est garnie d'une tige de platine; la partie de la lame qui vient en contact reçoit également un petit disque de platine. La nécessité de cette disposition provient de ce qu'à chaque rupture du courant il se produit entre les pièces en contact une étincelle très chaude, c'est l'*étincelle d'extra-courant*. Elle est due à la *self-induction* de l'inducteur et est très gênante, car elle détériore rapidement les contacts, même ceux de platine, de plus elle allonge la durée des périodes de rupture du courant, ce qui est un inconvénient grave, la rupture devant être aussi brusque que possible.

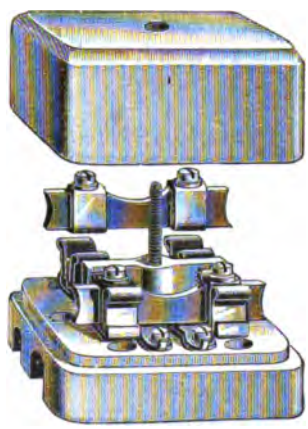
Dans le but d'atténuer l'étincelle d'extra-courant, on munit la bobine d'un *condensateur* formé de feuilles d'étain séparées par des feuilles de papier laqué ou paraffiné. Le condensateur, placé en général dans le socle de la bobine, est monté en dérivation sur le trembleur. A chaque étincelle d'extra-courant il se charge au potentiel d'extra-courant, puis lors du contact il est mis en court-circuit et se trouve ainsi prêt à servir de nouveau. Avec ce dispositif on atténue notablement l'étincelle d'extra-courant, mais sans la supprimer du reste complètement.

La capacité du condensateur doit être proportionnée à la bo-

bine et à l'intensité du courant inducteur : l'expérience montre qu'il existe pour une longueur déterminée d'étincelle une capacité optima du condensateur. On comprend donc qu'il soit très avantageux d'avoir des condensateurs dont on puisse faire varier la capacité au moyen de dispositifs spéciaux. M. Radiguet a adopté cette solution dans son grand modèle de bobine.

Pour éviter l'étincelle d'extra-courant, on peut encore brancher une grande résistance en dérivation sur le trembleur; on prendra par exemple deux vieilles lampes à incandescence de 110 volts que l'on disposera en tension, puis l'ensemble sera mis en dérivation, un fil au bouton du trembleur et l'autre à la lame vibrante. Pour

Fig. 11.



Plomb fusible.

parer aux inconvénients qui peuvent résulter du collage du trembleur et empêcher que la bobine ne reçoive un courant d'une intensité supérieure à celle qu'elle peut normalement supporter, on intercale dans le circuit un plomb fusible qui est destiné à couper automatiquement le courant. Il existe de nombreux modèles de plombs fusibles, nous préférons pour la Radiographie ceux qui permettent le plus facilement le changement du fil, de manière à ne pas interrompre l'opération pendant un temps appréciable. La *fig.* 11 représente un dispositif très pratique. Une double équerre métallique intercalée dans le circuit reçoit une réglette de bois sur

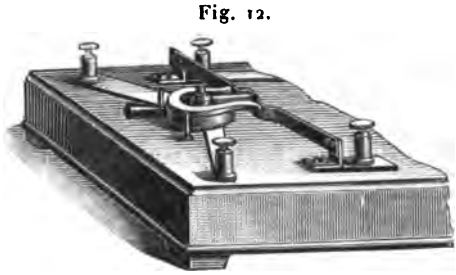
laquelle est fixé le fil de plomb qui établit ainsi la communication entre les deux équerres. Cette disposition est répétée deux fois, de telle sorte que si l'un des plombs vient à fondre, il en reste un second ; on a donc tout le temps de faire le remplacement.

Connaissant l'intensité du courant qui doit passer normalement dans la bobine, il est facile d'en déduire le diamètre des fils de plomb à employer en se basant sur la Table suivante :

COURANT passant normalement dans le circuit à protéger.	DIAMÈTRE des fils de plomb en dixièmes de millimètre.	SECTION en millimètres carrés.	INTENSITÉ déterminant la fusion dans les conditions ordinaires.
0 à 2 ampères.	5	0,19	6 ampères.
3 à 9 »	10	0,78	15 »
7 à 10 »	15	1,76	27 »
11 à 16 »	20	3,14	45 »
17 à 35 »	25	4,90	66 »

Interrupteur inverseur. — Les bobines sont complétées par un accessoire qui a pour but de lancer ou d'arrêter le courant en temps voulu. Généralement, cet organe est disposé de façon à

Fig. 12.

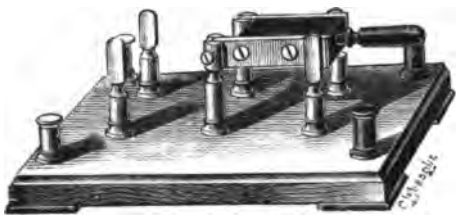


Interrupteur inverseur Bertin.

permettre également de changer le sens du courant dans la bobine inductrice ; il porte alors le nom d'*interrupteur inverseur*. Il est de grande utilité en Radiographie, comme nous le verrons par la suite. Sa description détaillée ne nous paraît guère utile dans cet

Ouvrage, ce n'est qu'une affaire de disposition de fils et de contacts peu facile du reste à décrire sans figures. Contentons-nous de mettre sous les yeux du lecteur deux des modèles les plus répan-

Fig. 13.



Interrupteur inverseur à levier.

dus. Le premier est connu sous le nom d'interrupteur Bertin (*fig.* 12), le second est l'interrupteur à levier (*fig.* 13).

Ce qui est important, c'est de bien noter le sens du courant dans l'une ou l'autre position afin de ne pas faire d'erreurs.

Excitateur. — L'excitateur se compose de deux tiges métalliques que l'on adapte aux bornes de la bobine et qui servent à mesurer la longueur des étincelles par l'intervalle qui les sépare. Les extrémités des deux tiges seront garnies de boules métalliques et non de pointes.

Si l'excitateur est indépendant de la bobine, les tiges sont supportées par des colonnes de verre de façon à obtenir un isolement complet.

La connaissance de la longueur d'étincelle donnera des indications suffisamment approchées sur la marche de la bobine et pourra servir de mesure au potentiel du courant induit direct.

Du choix du transformateur.

Après les considérations générales que nous venons d'exposer sur le principe de la bobine d'induction, il nous paraît nécessaire d'entrer dans certains détails que le lecteur ne doit pas ignorer et qui lui permettront de faire son choix en connaissance de cause; il

nous faut signaler également les divers perfectionnements qui ont été réalisés depuis la découverte de Rœntgen et qui ont amené la modification de certaines parties du transformateur.

Le noyau de la bobine, constitué d'un faisceau de fils minces de fer doux, est recouvert d'une matière isolante, papier ou étoffe paraffinée. L'inducteur, composé de fil de cuivre rouge de gros diamètre et parfaitement isolé, fait deux tours autour de ce noyau. On recouvre l'inducteur d'une enveloppe isolante de verre, d'ébonite, de caoutchouc ou de paraffine, puis on enroule l'induit qui consiste en un fil de cuivre mince, également isolé et de grande longueur. Son diamètre varie, suivant les appareils, de $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{20}$ de millimètre. Sa longueur est considérable et atteint dans les grands modèles plusieurs milliers de mètres.

Parmi les plus grandes bobines qui ont été construites, on peut citer la bobine de l'Institut Polytechnique de Londres. Elle a 3^{m} de longueur, le noyau de fils de fer pèse 46^{kg}, le circuit inducteur a une longueur de 3450^{m} et le circuit induit 241^{km}; le diamètre du fil de l'induit est de $\frac{1}{10}$ de millimètre. Avec 40 éléments Bunsen cette bobine donne 74^{cm} d'étincelle.

Une autre bobine, également fameuse, est celle de M. Spottiswoode, construite par M. Apps. Elle est moins longue que la précédente, $1^{m},22$ seulement, mais beaucoup plus grosse : le circuit induit a 450^{km}. Avec 30 éléments Grove la longueur des étincelles dépasse 1^{m}.

Une des difficultés principales de la construction des bobines consiste dans l'isolement de l'induit, la moindre solution de continuité dans celui-ci amenant des décharges internes qui finissent à la longue par brûler le fil secondaire et mettent l'appareil hors d'usage. Dans les bobines bien faites on emploie des fils recouverts de soie ou enduits de paraffine, en ayant soin en outre de mettre une légère couche d'isolant entre chaque spire. Néanmoins, comme il est à peu près impossible de vérifier d'une manière certaine l'isolement d'un fil sur une aussi grande longueur, on adopte dans les grands modèles de bobines le dispositif proposé par Poggendorff et qui consiste à diviser le circuit secondaire en plusieurs parties séparées par des disques isolants. On forme donc autour de l'inducteur une série de galettes juxtaposées et réunies en tension.

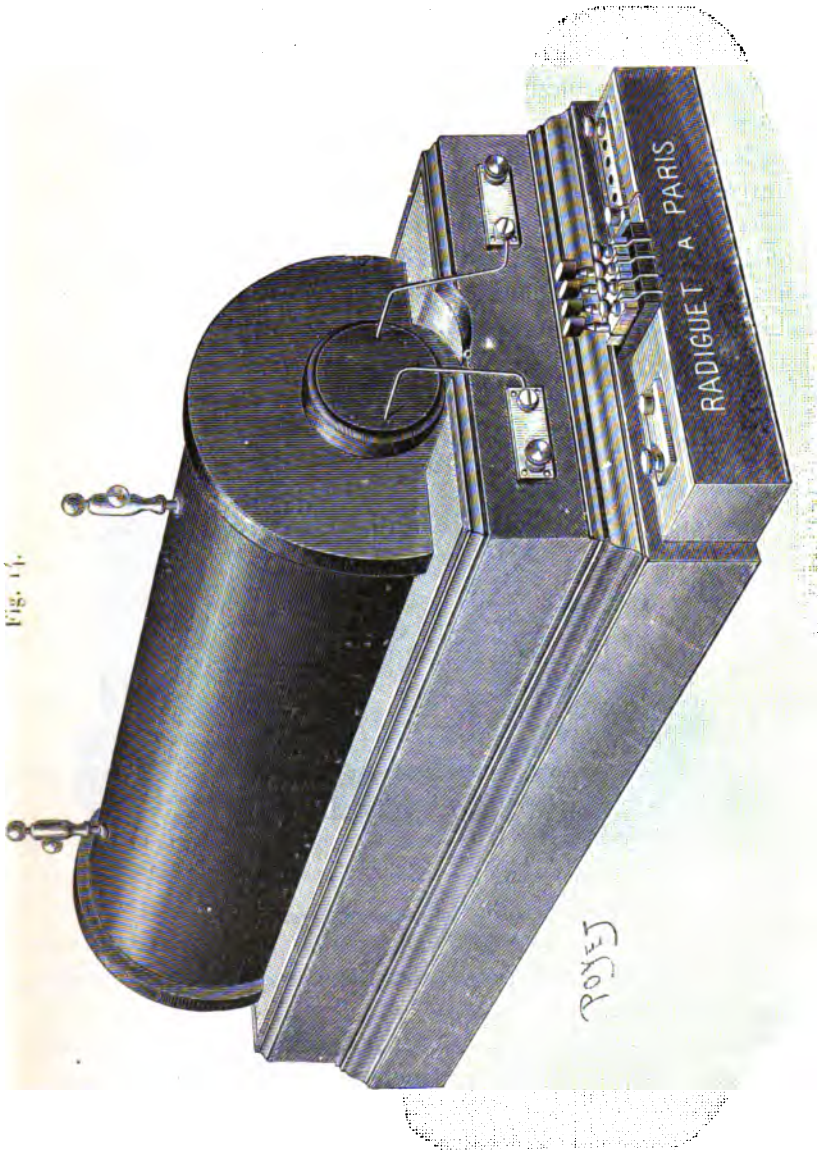


Fig. 14. Bobine grand modèle de M. Radiguet.

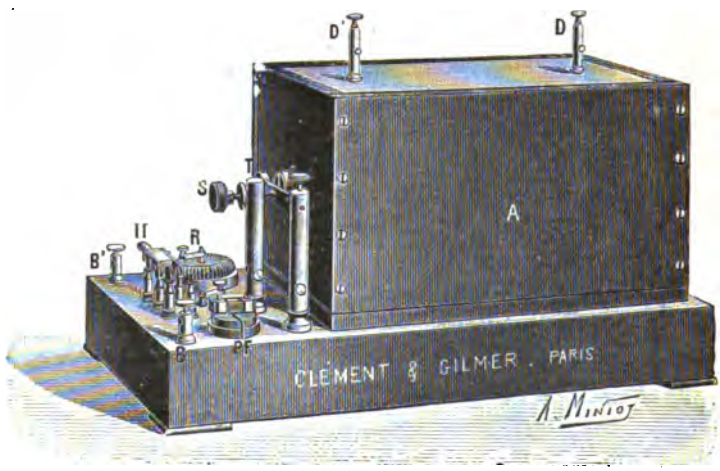
L'isolement est beaucoup meilleur et en cas d'accident la réparation est plus facile. Ces bobines sont dites *cloisonnées*.

La nécessité de l'isolement absolu se fait sentir même dans les

parties de la bobine qui sont à la partie extérieure; dans l'obscurité on voit des aigrettes lumineuses apparaître de toutes parts sur l'enveloppe externe de l'induit : ce sont autant de pertes qu'il faut arrêter. On arrive à ce résultat en noyant complètement la bobine dans la paraffine ou la gomme laque, les bornes de l'induit émergeant seulement.

C'est M. Radiguet qui, croyons-nous, a le premier proposé un modèle de bobine noyée à moitié dans la paraffine (*fig.* 14). Mais pourquoi s'être arrêté dans cette voie? C'est toute la masse de la bobine qui doit être isolée. Actuellement, MM. Clément et Gil-

Fig. 15.



Bobine Clément et Gilmer.

mer (*fig.* 15), Ducretet livrent des bobines complètement enveloppées dans un isolant solide.

En ce qui concerne le condensateur, on n'a pas apporté de modifications au dispositif primitif, on a seulement reconnu la nécessité d'en faire varier la capacité dans certains cas.

Dans le grand modèle de Radiguet le condensateur comprend 90 feuilles d'étain et il représente une surface de $8^{mq},5$. Les feuilles sont assemblées par séries de 30, de façon à pouvoir utiliser un tiers, deux tiers ou la totalité du condensateur.

Procédés pour reconnaître les sens du courant induit dans la bobine de Ruhmkorff. — Le sens du courant induit est très important à reconnaître en Radiographie, certaines ampoules s'altérant très rapidement si le courant est inversé. Le pôle négatif de la bobine doit toujours être mis en relation avec la cathode, le pôle positif à l'anode.

Pour reconnaître le pôle négatif on fait jaillir l'étincelle entre deux petits fils de fer fin (diamètre $\frac{4}{10}$ à $\frac{5}{10}$ de millimètre), fixés aux bornes de la bobine. Suivant la puissance de la bobine, on laisse entre les deux extrémités une distance de 1^{cm} à 3^{cm}. Aussitôt que l'étincelle jaillit, le fil qui correspond au pôle positif rougit très légèrement, tandis que celui qui correspond au pôle négatif rougit fortement et son extrémité fond tout en formant une petite boule qui semble fuir devant l'extrémité du fil opposé.

On peut encore remplacer les fils de fer par deux morceaux de braise de boulanger, placés à 2^{cm} l'un de l'autre et entre lesquels jaillit l'étincelle. Le morceau placé au pôle négatif présente à l'endroit où vient frapper l'étincelle un point très brillant qui se déplace sans cesse. Au pôle positif il se produit un échauffement très considérable avec formation de cendres, ce qui n'existe pas de l'autre côté.

Avec l'un ou l'autre de ces procédés on peut déterminer, une fois pour toutes, le sens du courant induit.

Avec une ampoule, le sens se reconnaît immédiatement à la fluorescence verte de celle-ci, fluorescence qui est absolument régulière dans toute la partie inférieure au plan de l'anode; en cas d'inversion, l'ampoule présente un éclairage tout différent; des stratifications, des cercles lumineux, des taches apparaissent et l'aspect est tel qu'il n'y a pas d'erreur possible.

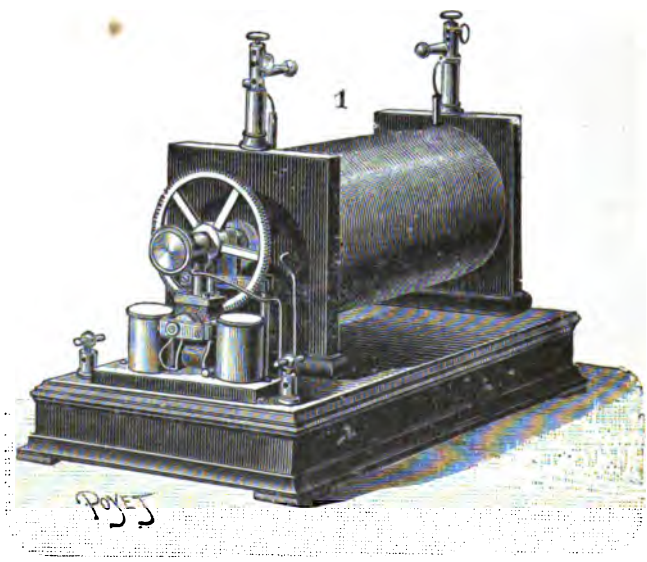
Des divers types d'interrupteurs.

Mais c'est principalement dans la disposition de l'interrupteur que nous allons voir des modifications considérables; le fonctionnement de cet organe ayant une importance capitale sur la valeur des résultats, il est nécessaire de nous y arrêter davantage.

Nous avons signalé précédemment les inconvénients qui sont occasionnés dans l'interrupteur à lame élastique, ordinairement nommé *trembleur,* par l'étincelle d'extra-courant : usure rapide des contacts en platine et diminution du rendement. Ces inconvénients deviennent d'autant plus graves que le courant primaire est plus élevé, le trembleur crache et l'échauffement des contacts est tel qu'ils peuvent se souder; dans ce cas la bobine s'échauffe et, si l'on n'arrête pas immédiatement le courant, l'isolant est fondu et l'appareil mis hors d'état d'une façon irrémédiable.

Interrupteur Gaiffe. — Pour éviter de tels inconvénients, M. Gaiffe, sur les indications de M. d'Arsonval, a combiné un ap-

Fig. 16.



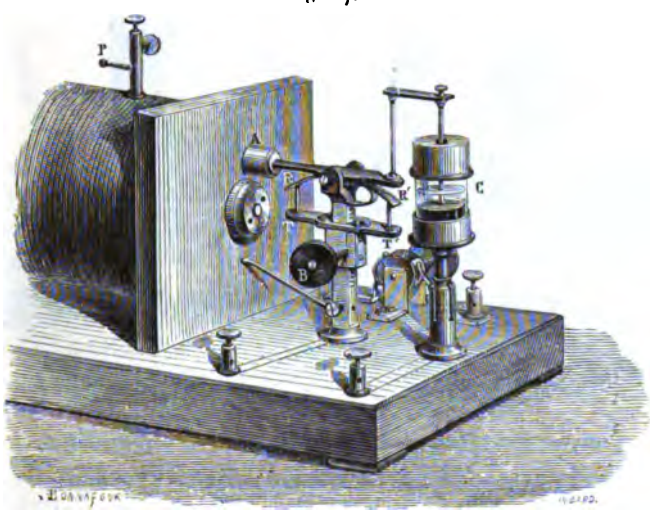
Interrupteur rotatif d'Arsonval-Gaiffe.

pareil rotatif (*fig.* 16) qui fait que les contacts successifs ne s'effectuent jamais sur le même endroit d'une des électrodes. A cet effet, un petit moteur électrique actionné par le courant primaire donne un mouvement de rotation à un axe qui porte à son extrémité un disque de platine. Le contact, monté sur l'armature de

l'interrupteur, se trouve en regard non pas du centre du disque de platine, mais du bord de sa circonférence : par suite du mouvement de ce dernier, les contacts ne se feront donc jamais deux fois de suite au même endroit, l'échauffement en un point déterminé ne pourra se produire. Ce dispositif, employé déjà par l'auteur pour les appareils destinés aux applications médicales, convient parfaitement pour la Radiographie.

Interrupteur Foucault. — Dans le même but et pour actionner des bobines de grande puissance, M. Foucault a indiqué un interrupteur à mercure (*fig.* 17 et 18) qui est employé d'une façon

Fig. 17.



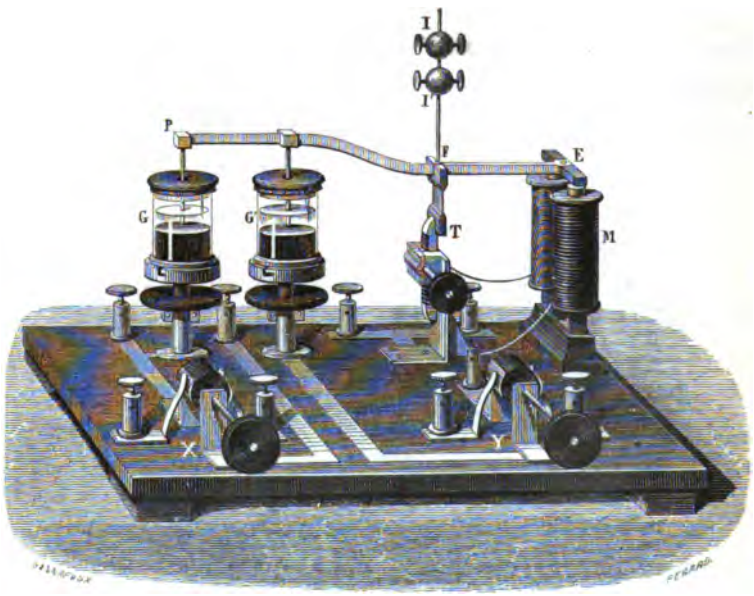
Interrupteur Foucault actionné par la bobine.

A, tige oscillante avec masse de fer doux ; — B, crémaillère verticale ; — R, R', ressorts antagonistes ; — C, godet à mercure.

générale au-dessus d'une certaine longueur d'étincelle. Le principe de cet appareil consiste à établir le courant au moyen d'une tige métallique qui plonge dans un godet rempli de mercure. Pour assurer une rupture plus brusque, éviter la formation de l'étincelle d'extracourant dans l'air et la production de vapeurs mercurielles, on recouvre le mercure d'une couche d'un mélange d'eau et d'alcool.

Pour les bobines moyennes, la tige de l'interrupteur est attirée directement par le noyau central ; pour les bobines plus puissantes, l'interrupteur est indépendant de la bobine et il fonctionne au moyen d'un électro-aimant annexe, grâce au courant d'une source d'électricité spéciale. On fait varier le régime en déplaçant sur la

Fig. 18.



Interrupteur Foucault actionné par une pile indépendante.

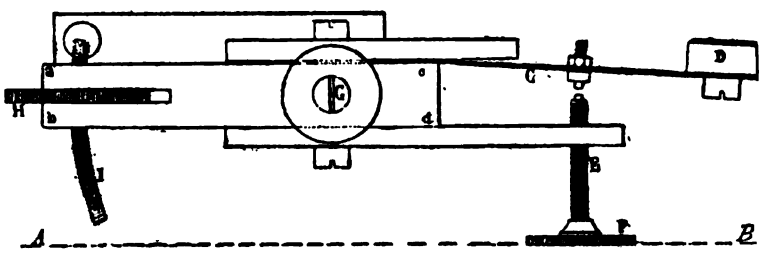
PFE, levier oscillant ; — T, crémaillère ; — I, I', masses mobiles ; — M, électro-aimant attirant le levier ; — G, godet à mercure établissant le passage du courant primaire ; — G', godet à mercure établissant le passage du courant de la pile de l'interrupteur ; — X, Y, commutateurs.

tige oscillante de l'interrupteur une masse métallique. Pour régler la plongée du contact dans le mercure, le godet qui renferme celui-ci peut se déplacer verticalement. Ce type d'interrupteur ne peut se prêter à une cadence rapide, à cause de la masse des pièces à mouvoir, mais il a un avantage marqué sur le trembleur à marteau ou à ressort, c'est de provoquer une rupture plus brusque du courant, de réduire l'étincelle d'extra-courant qui n'éclate plus à l'air libre, et enfin de supprimer toute possibilité de collage.

Tel était l'état de la question lorsque la Radiographie vint à l'ordre du jour et les divers constructeurs furent conduits les uns et les autres à imaginer des dispositifs variés pour mieux approprier l'interrupteur au rôle qu'il doit remplir.

Phono-trembleur de M. Radiguet. — Le trembleur ordinaire à marteau, dont les dimensions et la position sont réglées d'une façon invariable, convient parfaitement pour une valeur déter-

Fig. 19.



Coupe du Phono-trembleur de M. Radiguet.

D, marteau ; — E, vis de réglage ; — *a*, *b*, *c*, *d*, cadre oscillant ; — H, molette permettant de faire varier la position du cadre oscillant.

minée de l'intensité du courant; il n'en est plus de même s'il se produit des modifications de régime qui proviennent de l'état de fonctionnement variable de l'ampoule. Aussi a-t-on reconnu l'avantage qu'il y a, en pratique, à faire varier la distance de l'armature au noyau de l'inducteur. A cet effet, le marteau et la vis de butée sont portés par une même pièce rigide que l'on peut approcher ou éloigner du noyau central au moyen d'une vis de réglage. On peut également, au moyen d'une autre vis, modifier la tension de la lame vibrante. Grâce à ces deux modifications, l'interrupteur peut fonctionner avec des intensités très variables et le bruit est atténué dans une grande mesure.

C'est sur ce principe qu'est construit le phono-trembleur de M. Radiguet (*fig.* 19). On peut également dans cet appareil modifier le régime, en employant pour marteau des pièces métalliques de poids différents. Le marteau le plus lourd sera utilisé quand on ne désire pas une cadence trop rapide; le plus léger, lorsque l'on

cherche au contraire un nombre de vibrations considérable dans l'unité de temps.

M. Ducretet emploie également sur ses bobines un interrupteur du même genre; il a la même souplesse et est particulièrement silencieux.

Cependant, c'est principalement dans les perfectionnements de l'interrupteur Foucault que nous allons trouver des solutions intéressantes du problème; c'est une question qui nous a occupé dès le début de nos études radiographiques et qui nous a conduit à préconiser l'emploi des fréquences rapides du courant primaire, avec régime spécial de fermeture et d'ouverture. La pratique ayant démontré la vérité de ce principe, il a été de suite appliqué par les divers constructeurs.

Interrupteur à grande vitesse A. Londe. — L'interrupteur classique de Foucault ne peut dépasser une certaine cadence par seconde, cadence relativement faible, de telle sorte que cet appareil est obligatoirement classé dans la catégorie des interrupteurs lents, dont il est le plus parfait d'ailleurs. En raison de son principe même, l'attraction de la masse de fer doux se faisant à l'instant de la plongée de la tige dans le mercure et cessant au moment même où celle-ci en est sortie, on obtient en somme une cadence dans laquelle les périodes de fermeture et d'ouverture du courant sont sensiblement égales ([1]). Or l'expérience nous a montré qu'il y avait grand intérêt, au point de vue du rendement final, à augmenter la durée de la période de fermeture par rapport à celle d'ouverture, c'est-à-dire à avoir un établissement prolongé du courant primaire et à rompre ensuite celui-ci brusquement et pendant un temps très court. Nous avons trouvé qu'il y avait aussi un avan-

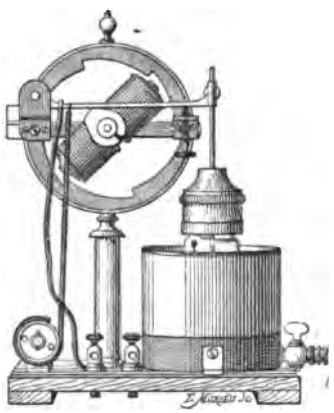
([1]) Cette observation est rigoureusement exacte dans le trembleur Foucault, actionné directement par le courant de la bobine. Lorsqu'il fonctionne au moyen d'une pile annexe, comme dans le grand modèle à double godet, on peut augmenter le rendement en déplaçant la tige de façon qu'elle plonge dans le mercure avant que celle qui sert pour le passage du courant de la pile auxiliaire ne soit au contact dans le second godet. Néanmoins, si avec cette disposition on peut augmenter le rendement, la masse des organes est telle qu'on ne peut obtenir une cadence assez rapide.

tage indéniable à augmenter le nombre des passages de courant dans l'unité de temps; cette fréquence assure la marche continue de l'ampoule et une réduction considérable de la durée d'exposition ([1]).

Pour réaliser ces conditions, nous employons un moteur mécanique ou électrique susceptible de faire effectuer à un arbre un grand nombre de rotations par seconde. Sur cet arbre nous montons une came métallique dont la forme a été étudiée de manière à donner $\frac{3}{4}$ de la période pour la fermeture du circuit et $\frac{1}{4}$ pour l'ouverture. Cette came a pour mission de soulever un bras de levier dont l'extrémité porte la tige de métal plongeant dans le mercure.

Nous donnons ci-dessous (*fig.* 20) le dessin de notre premier

Fig. 20.



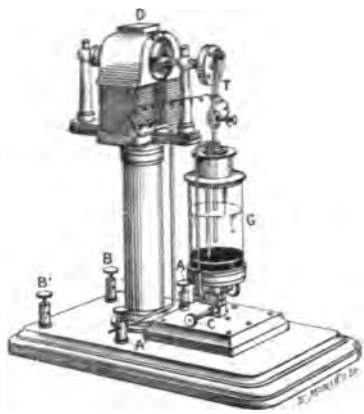
Interrupteur à came A. Londe.

interrupteur; depuis nous avons remplacé le moteur à aimants par une petite dynamo (*fig.* 21). Nous avons également augmenté la capacité du godet à mercure, qui doit être de grandes dimensions, c'est là une condition indispensable : avec un petit godet, la masse d'eau et d'alcool recouvrant le mercure étant très faible, les projections de liquide sont à peu près impossibles à éviter, le niveau de celui-ci baisse rapidement et il faut le remplacer fréquemment pour éviter que l'étincelle d'extra-courant ne se pro-

([1]) *La Nature,* 6 février 1897, p. 155.

duise au contact de l'air. Il se forme d'autre part et très promptement une boue épaisse, grisâtre, formée de mercure finement divisé et qui rend le contact moins régulier; il faut donc procéder à des nettoyages fréquents. Avec un grand godet, d'un diamètre de 6^{cm}

Fig. 21.



Interrupteur rotatif A. Londe.

D, dynamo; — T, tige plongeante; — G, godet à mercure; — C, crémaillère. — A, A', bornes reliées à la bobine; — B, B', arrivée du courant actionnant la dynamo.

à 8^{cm}, contenant une hauteur de 2^{cm} à 3^{cm} de mercure et une couche de 5^{cm} à 6^{cm} du mélange d'eau et d'alcool, ces inconvénients ne se produisent plus, ainsi que l'expérience le montre.

Si le godet est en verre, le fond doit être métallique pour assurer l'arrivée du courant au mercure; avec ce dispositif les fuites sont quelquefois à craindre par le masticage du verre et du fond, aussi est-il préférable d'employer des godets tout en verre ou en métal. Avec les premiers, une tige spéciale recourbée viendra amener le courant au mercure en passant à travers le couvercle de bois ou de liège dont on coiffe l'ouverture du godet. Ce couvercle est percé au centre d'une fente rectiligne destinée à permettre les libres mouvements de la tige plongeante. Si l'on adopte le godet entièrement en métal, on prendra un métal inattaquable par le mercure, le fer par exemple, ou encore le cuivre nickelé. Le cuivre brut s'amalgamant avec le mercure doit être rejeté.

Dans l'interrupteur Foucault, la tige plongeante est garnie de

platine à son extrémité; cette disposition est la meilleure mais la plus coûteuse; en pratique, les tiges de cuivre rouge ou de fer donnent de très bons résultats.

Il est essentiel de pouvoir régler facilement la plongée de la tige dans le mercure; à cet effet, le godet est monté sur une platine que l'on peut élever et abaisser au moyen d'une crémaillère commandée par un bouton molleté. Cette disposition est excellente, à condition que l'on puisse, une fois le réglage effectué, serrer la tige de la platine de façon que l'immobilité absolue soit obtenue. En effet, si l'on ne prenait cette précaution et par suite de l'usure inévitable des dents de la crémaillère, le godet tendrait à descendre peu à peu sous les chocs répétés de la tige dans le mercure.

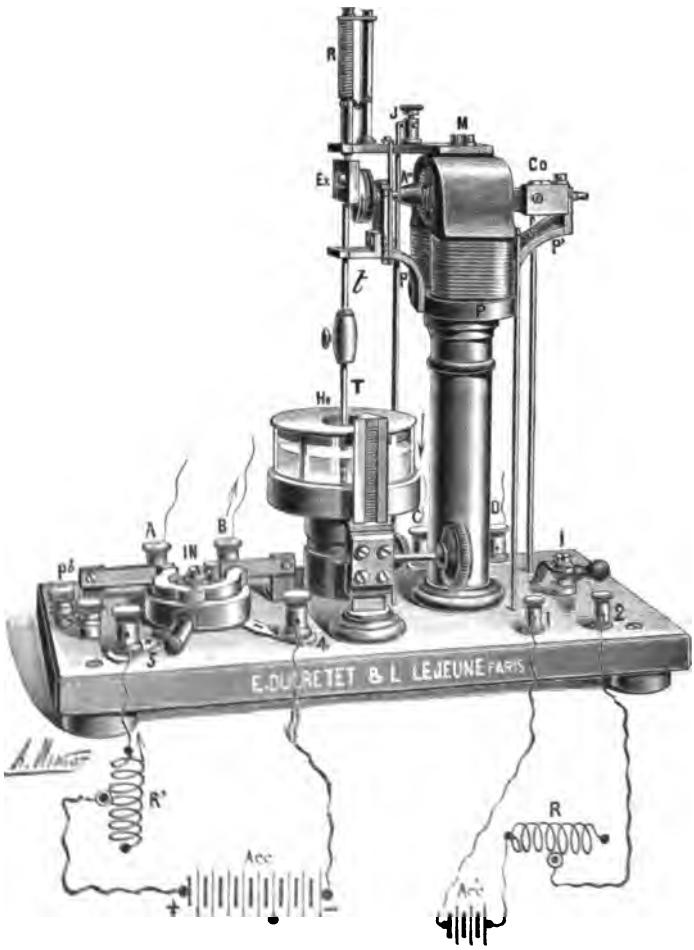
Pour éviter cet inconvénient, M. Richard-Ch. Heller monte le godet à l'extrémité d'un levier basculant. L'autre bras du levier comporte une vis de réglage qui permet de régler l'appareil facilement sans qu'il puisse se déranger.

Aussitôt après la publication de notre interrupteur, divers constructeurs appliquant le même principe ont réalisé des appareils qui répondent au même but, mais, au lieu d'employer le système de la came qui nous est personnel, ils ont résolu le problème d'une autre façon. L'axe du moteur donne un mouvement alternatif à la tige plongeant dans le mercure : en réglant la hauteur du godet par rapport à la pénétration de la tige dans le mercure, ce qui s'obtient facilement par un des deux dispositifs que nous venons de décrire, on peut obtenir à volonté des durées soit égales, soit inégales des périodes de fermeture et d'ouverture. Si la tige plonge de la moitié de sa course, les périodes sont égales; si elle plonge des trois quarts, on aura une période de fermeture trois fois plus longue que celle d'ouverture.

Interrupteur Ducretet (*fig.* 22). — Cet appareil comporte, sur un socle isolant, une colonne qui porte la dynamo actionnant la tige plongeante, un large godet à mercure à mouvements verticaux, un interrupteur, un plomb fusible et un commutateur inverseur. La transformation du mouvement rotatif de la dynamo en mouvement rectiligne alternatif est obtenu au moyen d'un excentrique coulissant dans une pièce à rainures montée sur la

tige plongeante. Ce système est du reste analogue à celui qui est employé dans les machines à coudre. Cet appareil est admirable-

Fig. 22.



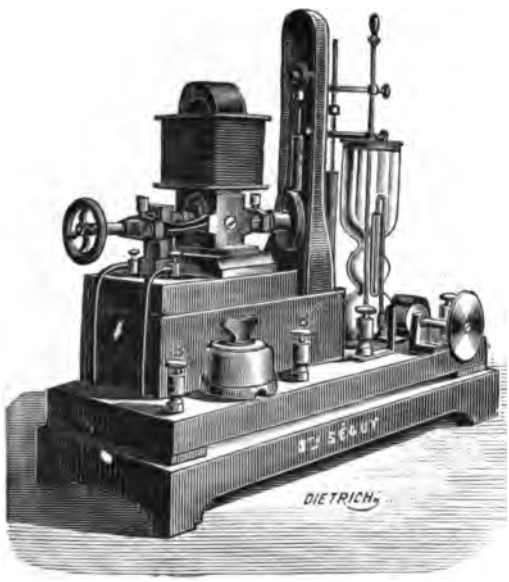
Interrupteur Ducretet.

M, dynamo. — Ex, excentrique. — R, ressort antagoniste. — tT, tige de plongée à extrémité changeable. — He, godet à mercure. — IN, interrupteur inverseur. — Pb, plomb fusible ; — I, commutateur actionnant la dynamo.

ment construit, comme tous ceux qui sont signés du nom de M. Ducretet, mais son prix élevé ne le met pas à la portée de tous.

Interrupteur Seguy (*fig.* 23). — Cet interrupteur est actionné également par une petite dynamo et donne un mouvement alternatif à une tige qui plonge dans un godet de verre renfermant le mercure. Ce godet présente une ouverture étroite, surmontée d'un col évasé, en forme d'entonnoir; de cette manière, toutes les

Fig. 23.



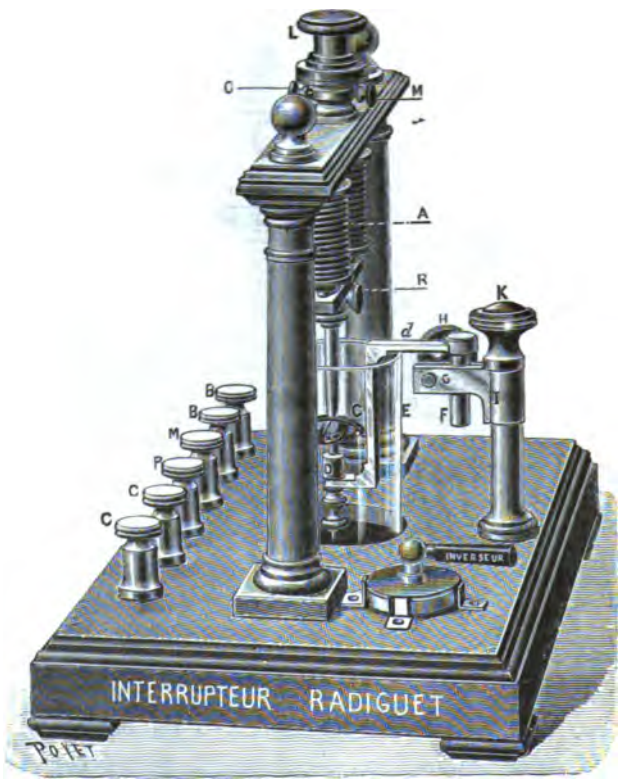
Interrupteur Seguy.

parties du liquide qui auraient pu être projetées se trouvent recueillies. Une tubulure latérale sert à l'introduction dans le mercure d'un fil conducteur. Ce godet est monté sur une plate-forme ayant un mouvement vertical, ce qui permet de la monter et de l'abaisser à volonté. On règle la cadence de l'interrupteur au moyen d'un rhéostat intercalé dans le circuit.

Interrupteurs sans mercure. — Plusieurs constructeurs ont cherché à établir des interrupteurs fonctionnant sans mercure. M. Radiguet s'est particulièrement occupé de cette question et a imaginé un modèle qui fonctionne bien : il a d'ailleurs l'avantage

d'être actionné par le courant même de la bobine, ce qui évite l'emploi d'un moteur annexe et d'une batterie spéciale pour mettre celui-ci en marche. Une tige de cuivre rouge, terminée par une armature de fer doux et munie d'un ressort antagoniste, est placée

Fig. 24.



sous un fort électro-aimant intercalé dans le circuit de la bobine. A chaque passage du courant la tige sera soulevée, aussitôt après elle redescendra sous l'action du ressort antagoniste, elle effectuera donc un mouvement alternatif vertical qui sera utilisé pour produire les interruptions du courant primaire. A cet effet, la tige appuie à l'état de repos sur une platine métallique mise en relation avec un des pôles de la source d'électricité, le courant s'éta-

blit ; mais aussitôt l'électro-aimant soulève la tige, le courant est coupé, la tige retombe et ainsi de suite. Pour éviter l'usure des pièces par l'étincelle d'extra-courant, le contact se fait dans un récipient de verre contenant de l'huile lourde de pétrole (1).

La tige de plongée n'est pas continue, mais elle est coupée par un double ressort intercalé, qui a pour effet de donner un certain rendement en augmentant la durée du contact. Sans cette disposition très ingénieuse, le rappel de la tige ayant lieu aussitôt que le courant passe, il serait à craindre que celui-ci n'ait pas le temps de s'établir suffisamment. C'est du reste là l'inconvénient de tous les interrupteurs qui sont actionnés par le courant même de la bobine.

Nous avons étudié également cette question, mais en cherchant à établir un appareil dans lequel, pour chaque période, le rendement serait déterminé d'une façon mécanique, le rôle de l'opérateur se réduisant uniquement à augmenter ou à diminuer le nombre de périodes dans l'unité de temps; c'est du reste le principe que nous avons posé dans notre premier modèle d'interrupteur. Nous avons bien reconnu que l'on pouvait atteindre le même résultat en se servant du godet à mercure à mouvement vertical, mais le réglage ne sera jamais que momentané, le mercure se divisant à l'excès et étant projeté le long des parois et souvent même en dehors. Il faudra donc de temps en temps remonter le godet. Avec un interrupteur à rendement mécanique, celui-ci étant défini une fois pour toutes, aucun déréglage n'est possible. L'interrupteur que nous avons combiné avec M. Lucien Leroy est actionné par une petite dynamo, et comporte une tige montée sur un excentrique et plongeant dans un godet métallique fermé contenant de l'eau glycérinée ou de l'huile lourde de pétrole. La particularité de cet appareil est que la tige comprend un piston rentrant qui assure le passage du courant pendant les $\frac{9}{10}$ de la période. De cette ma-

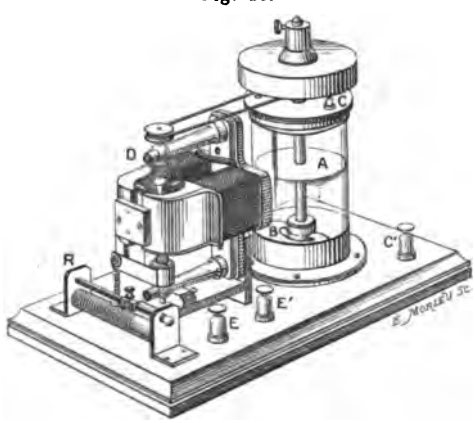
(1) Ce type d'interrupteur n'est en somme que le trembleur classique avec cette différence que les pièces de contact sont placées dans un liquide : par suite l'étincelle d'extra-courant ne se produit plus à l'air libre. L'usure est moins grande incontestablement, mais elle se produit toujours; dans son dernier modèle, M. Radiguet a prévu un déplacement latéral de la platine, permettant d'user celle-ci régulièrement.

nière le rendement est maximum, ainsi qu'il résulte d'expériences nombreuses que nous avons faites avec un appareil spécial de démonstration, qui nous permettait de faire varier la durée de passage du courant depuis la moitié de la période jusqu'aux trois quarts et aux neuf dixièmes. Avec ce dispositif on voyait très nettement l'intensité de l'ampoule augmenter progressivement.

Nous avons cependant renoncé à ce dernier type qui avait l'inconvénient d'être par trop bruyant et l'avons remplacé par une autre disposition qui remplit le même but et n'a pas le même défaut.

Interrupteur rotatif à rendement A. Londe et L. Leroy. — Un godet vertical est traversé par un axe qui reçoit un mouvement de rotation d'une petite dynamo (*fig.* 25). Cet axe porte à la partie

Fig. 25.



Interrupteur rotatif A. Londe et L. Leroy.

A, Godet; — B, balai; — D, dynamo; — R, rhéostat; — C, C', bornes reliées à la bobine. E, E', arrivée du courant actionnant la dynamo.

inférieure un balai de contact qui décrit ainsi une circonférence et sert à établir le passage du courant avec le fond du godet. Ce dernier est en métal et porte des secteurs isolants de telle manière que le courant passe ou est interrompu suivant la position occupée par le balai. Les dimensions respectives des secteurs métalliques et des secteurs isolants déterminent, pour chaque rotation, les durées des périodes de fermeture et d'ouverture du courant. Le rendement

est ainsi fixé d'une façon purement mécanique sans qu'aucun déréglage puisse se produire, comme cela arrive fatalement dans les interrupteurs à contact de mercure. Le godet est rempli d'un liquide tel que alcool glycériné, eau glycérinée, ou huile lourde de pétrole; de cette manière l'étincelle d'extra-courant ne se produit plus à l'air libre.

Au moyen d'un rhéostat intercalé dans le circuit, on fait varier facilement la vitesse du moteur et par suite le nombre de périodes à la seconde : le rendement étant déterminé, comme nous venons de l'expliquer, d'une façon purement mécanique, la manœuvre de cet interrupteur consistera uniquement à régler sa vitesse de manière à illuminer convenablement l'ampoule.

La pratique nous a montré qu'il est indispensable de pouvoir régler par tâtonnements pour chaque bobine et pour chaque am-

Fig. 26.

Petit rhéostat à curseur.

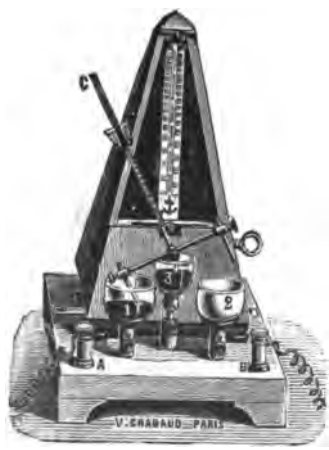
poule le nombre d'interruptions, de façon à obtenir le maximum d'effet. Non pas que l'on puisse indéfiniment augmenter la vitesse de l'interrupteur, c'est à l'opérateur, dans chaque cas particulier et suivant la marche d'ailleurs fort variable de l'ampoule, à régler

la durée du passage du courant (à moins que celle-ci ne soit réglée d'une façon fixe comme dans le dernier modèle d'interrupteur ci-dessus décrit) et le nombre d'interruptions dans l'unité de temps.

Avec un moteur électrique on obtient un réglage très précis de la vitesse, par l'intercalation dans le circuit d'une résistance avec curseur métallique (*fig.* 26).

Interrupteur métronome (*fig.* 27). — En terminant cette étude des divers types d'interrupteurs, nous serions incomplet si nous ne citions un modèle spécial qui a pour but de produire dans

Fig. 27.



Interrupteur métronome Chabaud.

l'ampoule des périodes d'activité et de repos alternées d'une façon régulière. Dans certaines ampoules l'anode miroir s'échauffe rapidement, et elles seraient bientôt mises hors d'usage si l'on ne coupait le courant; on a eu alors l'idée de n'envoyer celui-ci que par intervalles espacés, de façon à ne jamais atteindre cette période d'échauffement qu'il faut éviter. Cette manière d'opérer est surtout très utile avec l'ampoule Colardeau, dont les faibles dimensions permettent l'échauffement rapide.

On utilise, pour réaliser les conditions que nous venons d'expo-

ser, un métronome dont les tiges plongent dans des godets contenant du mercure et de l'eau alcoolisée. On réglera la vitesse de fonctionnement par le déplacement de la masse qui glisse sur la tige du métronome, puis la durée des contacts en levant plus ou moins les godets de mercure. Enfin, en garnissant les deux godets ou un seul, on aura une ou deux interruptions par oscillation du métronome. M. V. Chabaud a construit un excellent modèle de ce genre. M. Gaiffe en a exécuté un analogue sur les indications de MM. Brogomé et Huet. Il diffère du précédent par quelques détails de construction et par l'application d'un commutateur spécial, faisant fonction d'interrupteur et d'inverseur de courant.

Rhéostat.

Dans une installation bien comprise, et surtout lorsque l'on fait usage de bobines puissantes, il est nécessaire d'intercaler une résistance dans le circuit actionnant le transformateur; cette résistance porte le nom de *rhéostat*. Elle a pour but de réduire l'intensité du courant inducteur, de manière à ne pas dépasser dans le courant induit la limite qui est compatible avec la bonne marche de la bobine. Suivant l'état de charge des accumulateurs ou l'énergie du courant primaire produit par des piles ou une dynamo, suivant la résistance de l'ampoule qui est essentiellement variable, l'introduction d'une résistance plus ou moins élevée est indispensable.

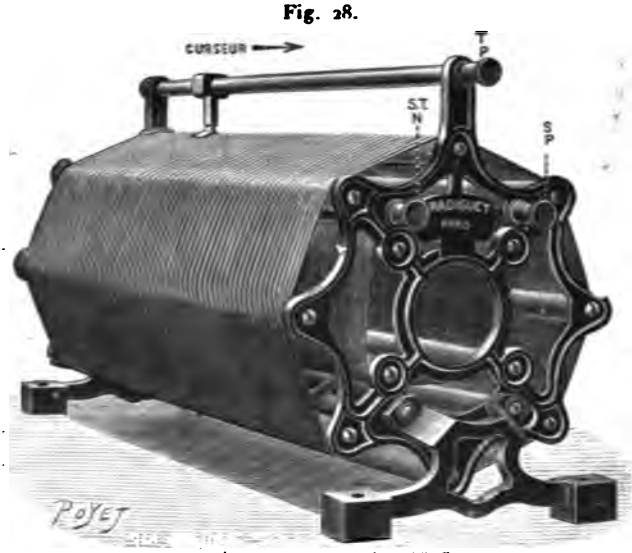
Les rhéostats sont formés de fils de fer ou mieux de ferro-nickel dont on choisit le diamètre d'après l'intensité du courant qui doit les traverser, et de telle façon qu'ils ne s'échauffent pas sensiblement. On les dispose en boudins ou en spirales sur un support isolant, de manière à ce que l'air extérieur puisse les refroidir largement. Un curseur mobile le long des spires permet d'augmenter ou de diminuer la résistance intercalée, par le nombre plus ou moins élevé des spires mises en circuit (*fig.* 28).

Il est recommandé au début du travail d'introduire toute la résistance (les accumulateurs en particulier donnent toujours un coup de fouet initial), puis de la retirer progressivement jusqu'à ce que l'ampoule donne le maximum d'effet.

Pour choisir le diamètre et la longueur des fils qui doivent composer la résistance, il faut se baser sur les règles suivantes :

Un fil de maillechort de 1^{mm} de diamètre et de 10^{m} de longueur

Fig. 28.



Grand rhéostat Radiguet pour fonctionner sur le courant de ville.

a une résistance de $2^{ohms},6$. Pour calculer la résistance que doit présenter le rhéostat dans tel ou tel cas, on applique la formule

$$\varepsilon = R\,i,$$

d'où l'on tire

$$R = \frac{e}{i}.$$

Soit par exemple une batterie de 8 accumulateurs donnant environ 16 volts et dont on ne veut utiliser que la moitié, soit 8 volts, avec un débit de 3 ampères. On aura donc, e étant égal à 8 volts et i à 3 ampères,

$$R = \frac{8}{3} = 2^{ohms},66.$$

Le rhéostat devra donc avoir une résistance comprise entre

2 et 3 ohms; il suffira donc de prendre 10^{m} de fil de maillechort de 1^{mm} de diamètre qui ont une résistance de $2^{ohms},6$.

Pour actionner une bobine de 40^{cm} directement sur le secteur à 110 volts et réduire le voltage à 20 volts environ, il faudra environ 100^{m} de fil de 1^{mm} de diamètre.

La disposition précédente est bonne, quoique un peu encombrante : le seul défaut de l'emploi direct du courant à 110 volts est de donner à l'interrupteur des étincelles considérables. Si l'on emploie l'interrupteur à marteau, les collages peuvent se produire, on aura donc avantage, en général, à se servir d'un interrupteur spécial.

D'après M. Buguet, la self-induction des rhéostats employés pour réduire le potentiel contribuerait encore et pour la majeure partie à la grandeur des étincelles d'extra-courant. Pour atténuer la self-induction du rhéostat, on peut, comme l'indique M. Chappuis, disposer le fil en spires assez éloignées sur une simple planche. M. Buguet obtient les mêmes résultats en disposant le fil en zigzag sur une planche.

Au lieu de rhéostat métallique on peut employer des lampes à incandescence groupées en dérivation et en nombre suffisant. Le filament des lampes à incandescence constitue le meilleur des rhéostats sans self-induction. Il peut être fort pratique de disposer des commutateurs permettant de modifier rapidement le nombre de lampes en travail, afin de faire varier dans de larges limites l'intensité du courant inducteur.

Un autre rhéostat, très pratique et facile à construire soi-même, consiste à employer deux lames de plomb plongeant dans un liquide (eau contenant de 15^{gr} à 20^{gr} de carbonate de soude par litre). En éloignant ou en rapprochant plus ou moins les lames on augmente ou l'on diminue la résistance. Avec un récipient contenant seulement 2^{lit} à 3^{lit} de liquide, on peut absorber facilement 80 à 90 volts. Ce rhéostat, outre son économie, a l'avantage de ne pas présenter de self-induction.

Dans le laboratoire, un dispositif très pratique consiste à employer un tube en U dans lequel on peut faire varier facilement l'intensité du courant en enfonçant plus ou moins les lames de plomb.

Appareils de mesure.

L'installation normale sera complétée par l'emploi d'un ampèremètre destiné à mesurer l'intensité du courant et d'un voltmètre ayant pour but d'indiquer la force électromotrice. On doit choisir de préférence les modèles qui sont *apériodiques;* ce sont ceux dans lesquels l'aiguille oscille le moins lors du passage du courant. Les lectures se font par suite immédiatement.

L'ampèremètre est placé à poste fixe dans le circuit de l'inducteur et il permet de suivre d'une façon continue la marche de la bobine : à cause des variations incessantes du courant, l'aiguille est toujours en mouvement; les oscillations de celle-ci seront d'autant plus faibles que l'instrument sera mieux apériodique. L'ampèremètre devra être gradué jusqu'à 25 ou même 50 ampères, suivant l'intensité du courant primaire utilisé ([1]).

Le voltmètre, qui doit indiquer la force électromotrice ou, autrement dit, la différence de potentiel qui existe aux bornes de la bobine, ne peut rester sans danger en circuit. On le branche en dérivation sur les bornes de la bobine et grâce à un interrupteur (bouton de sonnerie, par exemple) intercalé dans son propre circuit, on ne l'actionne que le temps nécessaire pour faire la lecture.

Conducteurs.

Il nous reste à parler des conducteurs destinés à établir les connexions entre les divers appareils : il est indispensable d'employer des fils bons conducteurs en cuivre rouge, souples et parfaitement isolés. Ceux qui sont destinés à amener le courant à la bobine doivent être de diamètre suffisant pour laisser passer sans s'échauffer les forts courants employés.

([1]) Il est plus prudent, à notre avis, de ne pas laisser constamment l'ampèremètre en circuit et d'installer un interrupteur à manette qui permet de le mettre en court-circuit.

Les renseignements donnés par l'ampèremètre, dans le cas particulier qui nous occupe, sont loin d'être exacts, et ne donnent aucunement la mesure de l'intensité du courant moyen employé. Si l'on désire plus de précision, il serait préférable d'employer un ampèremètre thermique.

On emploie généralement une section de 1^{mmq} pour une intensité de 2 ampères environ : on est ainsi conduit aux sections suivantes :

Intensité en ampères.				Diamètre approximatif.
Pour I = 2,	section de 1^{mmq}	correspond à....		1^{mm}
» I = 4,	» 2^{mmq}	»	....	$1^{mm},6$
» I = 6,	» 3^{mmq}	»	....	2^{mm}
» I = 8,	» 4^{mmq}	»	....	$2^{mm},3$
» I = 12,	» 9^{mmq}	»	....	$2^{mm},8$

et ainsi de suite.

Les fils qui conduisent le courant de la bobine à l'ampoule peuvent être beaucoup plus fins, car le courant induit à très haut potentiel n'a qu'un débit très faible. Ils devront être parfaitement isolés, néanmoins la généralité des conducteurs soi-disant isolés que l'on trouve dans le commerce ne s'opposent que d'une façon absolument incomplète à la dispersion du courant. Dans l'obscurité, les fils de l'induit sont environnés d'effluves violettes et, si l'on s'approche trop près, on reçoit des décharges parfois très désagréables et qui peuvent devenir dangereuses avec les bobines puissantes.

On remédie à cet inconvénient en enfermant les conducteurs dans des tubes de verre épais pour une installation fixe; pour une installation mobile on les enfile dans de forts tubes de caoutchouc, dits *tubes à vide*.

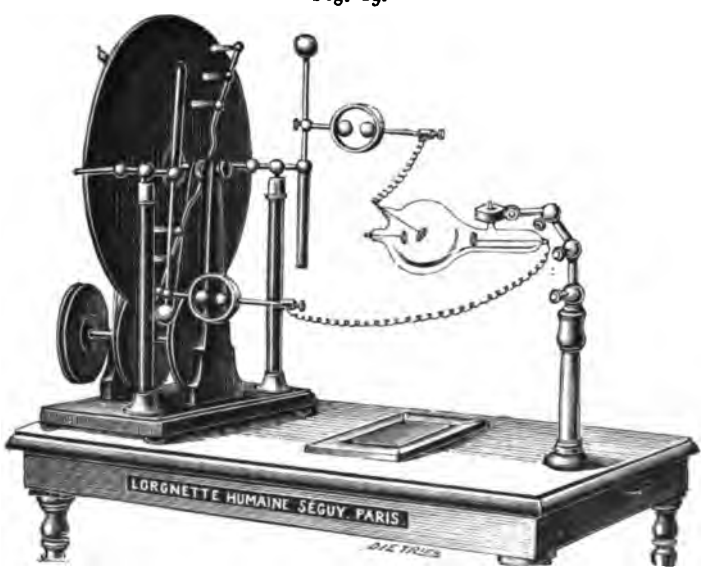
Emploi d'autres transformateurs.

Au lieu d'actionner l'ampoule avec une bobine d'induction, on peut employer une machine statique; cette disposition aurait le grand avantage de simplifier beaucoup le matériel nécessaire pour la Radiographie, en supprimant les piles ou accumulateurs, la bobine et les divers instruments de mesure qui sont indispensables.

D'après des expériences faites par le Dr H. Van Heurck, il résulte que des machines Ramsden, Carré ou Wimshurst éclairent parfaitement l'ampoule, mais la somme de rayons X est de beaucoup inférieure à celle produite avec une bobine. L'auteur recom-

mande de disposer entre l'ampoule et la machine un excitateur à étincelles (*fig.* 29), de façon à ne pas avoir un courant continu, mais bien une succession de décharges analogues à celles que produit l'interrupteur Foucault. L'emploi de la machine statique paraît particulièrement dangereux pour l'ampoule, qui forme con-

Fig. 29.



Machine statique avec détonateurs à boules.

densateur et se trouve fréquemment brisée ou percée par la décharge.

Toutefois, ce mode de production d'électricité ne doit pas être rejeté *a priori*. Il est possible qu'une machine statique convenablement installée dans une salle chauffée et dans une cage de verre contenant des substances desséchantes, actionnée régulièrement par un moteur, donne de tout autres résultats que ceux obtenus dans un local quelconque et avec le fonctionnement à la main.

M. le Dr Guilloz, de Nancy, a obtenu avec la machine statique d'excellents résultats. Au début de ses expériences, il reliait simplement les pôles de la machine à l'anode et à la cathode du tube à vide. Plus tard, il reconnaissait l'avantage qu'il y a à établir

dans le trajet d'un des conducteurs une interruption qui assure mieux la continuité de l'éclairage. En dernier lieu, il préconise l'emploi de condensateurs placés sur les excitateurs de la machine entre lesquels jaillit l'étincelle. L'anode et la cathode de l'ampoule sont reliées aux armatures externes des condensateurs. Le tube s'illumine à chaque décharge ; néanmoins ces dernières peuvent être tellement rapprochées dans une machine à grand débit (par exemple la machine à cylindre de Bonetti), que le tube est éclairé d'une façon absolument continue. M. Leduc, de Nantes, a employé également cette disposition.

M. Guilloz est, depuis, revenu à l'emploi de la bobine qui serait préférable au point de vue de la diminution de la pose.

On voit par ce qui précède que les opinions des auteurs ne sont pas encore bien arrêtées en ce qui concerne l'emploi de tel ou tel dispositif, et il est impossible, croyons-nous, d'affirmer la supériorité actuelle de l'une ou l'autre méthode. L'importance de la Radiographie est telle qu'elle doit amener fatalement des transformations complètes dans les machines statiques et d'induction, lesquelles au lieu d'être des appareils de laboratoire, rarement utilisés, devront être de vraies machines industrielles susceptibles de résister à un travail journalier et continu.

On a déjà perfectionné les bobines en améliorant l'isolement de l'induit, en noyant leur masse dans de la paraffine ou de la gomme laque : voici maintenant une récente modification du transformateur qui vient d'être indiquée et que nous croyons devoir signaler à cause de son grand intérêt.

Nouveau transformateur électrique à haute tension de MM. Rochefort-Luçay et Wydts. — Les recherches des auteurs ont porté sur les points suivants : constitution d'un isolant supérieur à ceux employés généralement; augmentation du rendement du transformateur; simplification et économie de construction. On sait, en effet, que la bobine classique d'induction est loin d'être à l'abri de toutes critiques. Avec les hautes tensions qui se produisent et qui peuvent atteindre 30000 ou 40000 volts, les accidents dus aux défauts d'isolement sont toujours à craindre : le rendement laisse beaucoup à désirer, car il n'atteint pas 20

pour 100 des watts fournis. La construction de ces appareils est fort délicate, car elle nécessite l'enroulement de kilomètres de fil; enfin, à cause de la longueur de l'induit nécessaire, le poids devient considérable.

Dans le transformateur de MM. Rochefort et Wydts, ces divers inconvénients ont pu être évités (*fig.* 30). L'inducteur, analogue à celui de la bobine Ruhmkorff, est disposé verticalement dans un vase cylindrique en verre de même hauteur : il se compose d'un noyau de fer doux *d* autour duquel s'enroule une double couche de gros fil de cuivre *e*, *e'*, qui aboutit aux deux bornes *a* et *a'* du courant primaire. Un tube isolant *f* entoure le faisceau inducteur.

L'induit se compose d'une seule bobine *g* qui comporte 600^{gr} de cuivre $\frac{16}{100}$. Cette bobine est placée dans la région médiane de l'inducteur et elle repose sur deux tubes de verre *h* et *h'* soutenus par un bloc de bois. Au-dessus, un bouchon de bois muni de deux tasseaux repose sur la bobine induite au moyen de deux tubes de verre.

Les deux extrémités de l'induit sont reliées aux deux bornes secondaires *b* et *b'* placées dans les bouchons des deux tubulures *m* et *m'* du vase de verre dans lequel le tout est placé verticalement.

Le vase de verre est rempli totalement d'un isolant carburé pâteux ; c'est là, il faut le reconnaître, la particularité très intéressante de cet appareil : grâce aux qualités de cet isolant, le rendement du transformateur est augmenté de près de 50 pour 100.

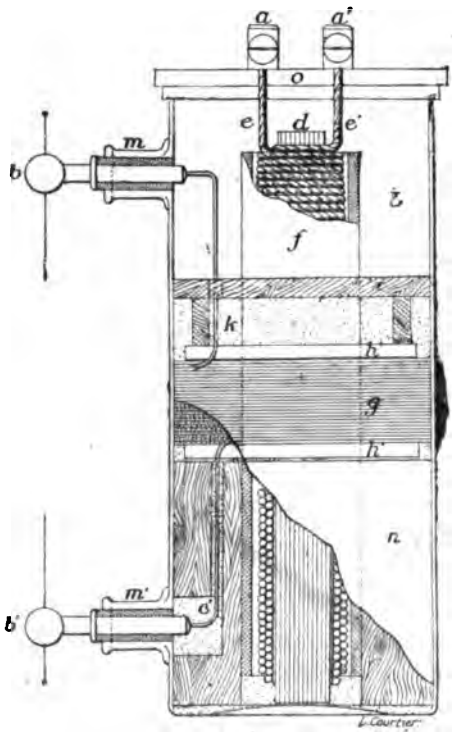
Nous avons pu étudier l'appareil de MM. Rochefort et Wydts, et nous avons constaté que, pour obtenir une étincelle de 20^{cm} à 25^{cm} de longueur, il suffisait d'employer une batterie de trois accumulateurs, soit 6 volts; le courant qui passe dans l'inducteur est de 3 à 4 ampères, ce qui représente une énergie de 20 watts environ. Une bobine de même longueur d'étincelle a un poids approximatif de 20^{kg} à 30^{kg} dont 15^{kg} rien que pour l'induit. Cette bobine nécessite une batterie de 14 à 16 volts et consomme environ 120 watts.

Ces chiffres sont particulièrement intéressants à retenir pour le praticien.

L'étincelle donnée par ce transformateur est très nourrie et les résultats radiographiques sont absolument satisfaisants.

Les auteurs actionnent le transformateur au moyen d'un interrupteur à mercure rotatif commandé par un moteur électrique

Fig. 30.



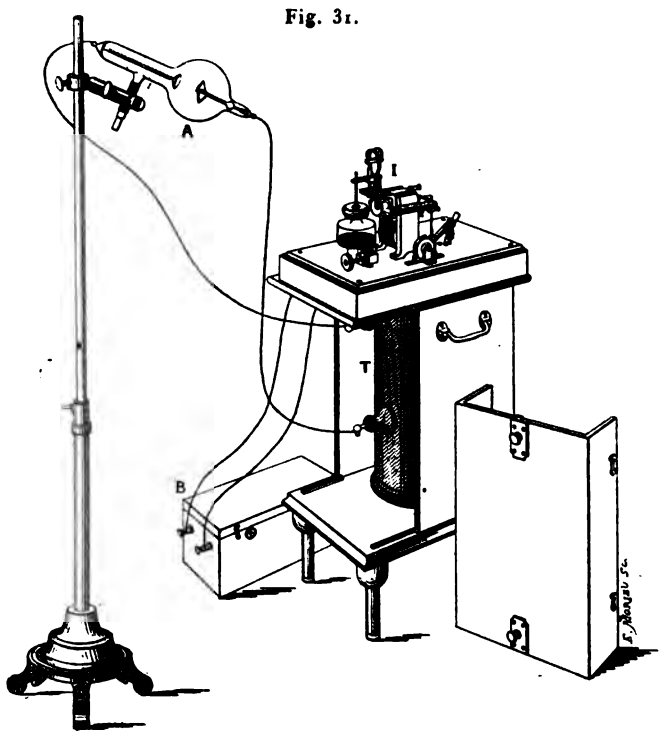
Coupe du transformateur Rochefort et Wydts.

monté en dérivation sur le courant primaire. Le condensateur est indépendant et sert de socle à l'interrupteur.

Du reste, nous croyons bon de mettre sous les yeux du lecteur le dispositif d'ensemble de ce nouveau matériel (*fig.* 31). Il se présente sous une forme très ramassée et ne tient qu'une place restreinte. Toutes les connexions de fils sont établies et l'opérateur n'a qu'à amener aux bornes du primaire les fils de la batterie d'accumulateurs.

Une boîte dont le devant s'ouvre contient le transformateur T; en I se trouve l'interrupteur qui est monté sur le condensateur;

Fig. 31.



Installation radiographique de MM. Rochefort et Wydts.
A, ampoule; — I, interrupteur; — T, transformateur; — B, accumulateurs.

un levier de manœuvre et un rhéostat permettent de mettre en marche et de régler la vitesse de l'interrupteur.

DES AMPOULES.

Les ampoules destinées à la Radiographie ne sont que des tubes à vide dans lesquels celui-ci a été poussé plus loin que dans les tubes Geissler et ceux de Crookes. La qualité du verre a également une influence prédominante : enfin, la disposition des électrodes et leur nature ont une importance très grande au point de vue de

la qualité des rayons, pénétration, netteté. Nous aurons donc à examiner : 1° les divers moyens d'obtenir le vide dans les ampoules, 2° le choix du verre, et, en dernier lieu, 3° la nature et la disposition des électrodes.

1° FABRICATION DES AMPOULES RADIOGRAPHIQUES.

L'ampoule fabriquée par le souffleur de verre avec la matière la plus convenable et munie de ses électrodes, est montée sur une machine à faire le vide au moyen d'une tubulure annexe réservée à cet effet. Dans l'industrie, on soude au chalumeau cette tubulure sur le conduit spécial d'aspiration de la machine à vide. On peut

Fig. 32.

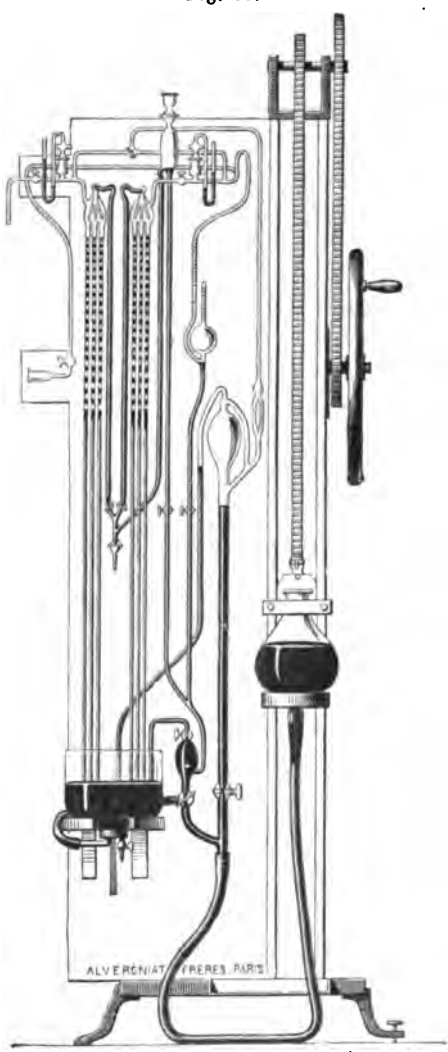
Trompe à eau Alvergniat-Chabaud.

A, arrivée de la conduite d'eau; — S, sortie de l'eau; — *a*, robinet réglant le débit; *b*, conduite à vide sur laquelle se monte l'ampoule.

encore faire cette réunion au moyen d'un mastic spécial qui s'applique à chaud, mais cette opération doit être faite par un opérateur habile, car il faut les plus grands soins pour obtenir une occlusion absolue.

Nous n'insisterions pas sur les détails de cette fabrication, main-

Fig. 33.



Pompe à mercure Alvergniat.

tenant que l'on trouve communément de bonnes ampoules dans le commerce, si cet exposé n'avait l'avantage d'éclairer le lecteur sur

certains points dont la connaissance lui sera très utile par la suite et si, dans certains cas et lorsque l'on possède le matériel nécessaire, il n'y avait intérêt à pouvoir remettre les ampoules en état.

Fig. 34.

Dispositif de Verneuil.

B, réservoir mis en communication avec la trompe à eau : celle-ci aspire le mercure dans la cuvette C par le tube Mm et le déverse dans le réservoir A d'où il repasse dans la pompe à mercure.

L'extraction de l'air de l'ampoule pourrait s'obtenir avec la pompe à mercure seule, mais l'opération serait fort longue; aussi est-il plus avantageux de commencer le vide avec la trompe à eau et, lorsque le vide maximum réalisable avec cet appareil est ob-

tenu, de terminer avec la pompe à mercure. Avec la trompe à eau, le vide ne peut descendre au-dessous de la pression égale à celle de la tension de la vapeur d'eau à la température ambiante. Avec la pompe à mercure, et en prenant la précaution de faire usage de substances desséchantes destinées à absorber cette vapeur d'eau, on peut arriver à faire un vide beaucoup plus parfait. C'est ainsi que pour les ampoules radiographiques le vide requis est d'environ un millionième d'atmosphère.

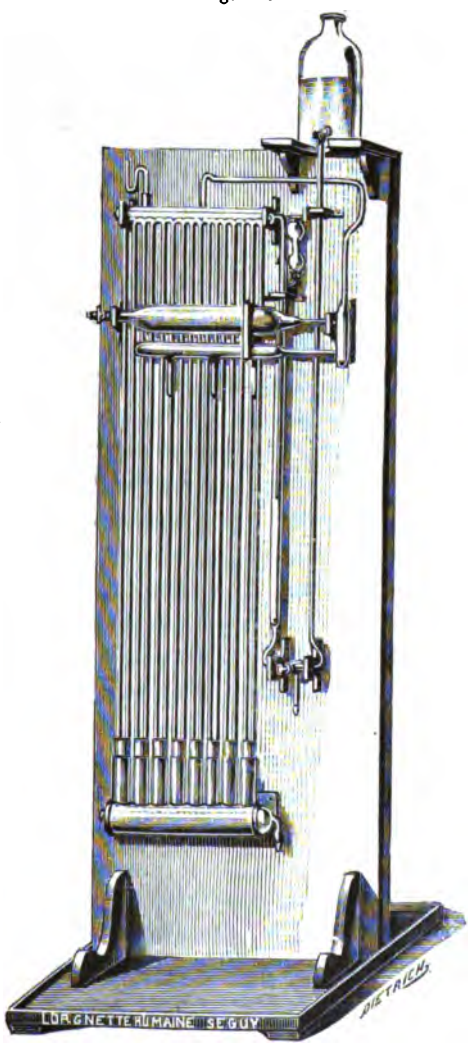
L'installation nécessaire pour la vidange des ampoules comprendra donc une trompe à eau double (*fig.* 32), du modèle Alvergniat-Chabaud par exemple, et une pompe à mercure (*fig.* 33), du plus récent modèle de la même maison. Entre la trompe à eau et l'ampoule, il est indispensable d'intercaler un appareil spécial destiné à éviter les retours d'eau dans celle-ci au cas de variations de pression dans la conduite, ou d'arrêt, ce qui malheureusement se présente fréquemment dans les villes. Pour supprimer, dans les trompes à mercure, la manœuvre fastidieuse qui consiste à reverser le métal dans le récipient supérieur, on aura grand avantage à adopter le dispositif de Verneuil (*fig.* 34) qui remonte automatiquement le mercure et ne nécessite aucune surveillance. Pour la description assez compliquée de ces divers appareils et leur conduite, nous renvoyons aux Traités spéciaux de Physique.

On fait des pompes à mercure sans robinets qui sont, par suite, d'un maniement plus facile. Nous citerons en particulier la pompe à huit chutes de M. Segny (*fig.* 35), et les modèles de M. Henriet (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 5 juillet 1897) et de M. Chabaud (*Ibid.*, 12 juillet 1897).

La pompe à mercure est munie de la jauge de Mac Leod, qui permet d'apprécier le degré de vide. Lorsque l'on a atteint à peu près la limite convenable, on réunit le tube à la bobine et l'on fait passer le courant ; si le vide suffisant n'est pas obtenu, l'ampoule offre des colorations roses et violet bleu, puis le vide continuant, une belle coloration jaune vert apparaît. Sans qu'il y ait de rapports absolus entre cette coloration, qui est due à la fluorescence du verre employé, et la production des radiations actives, il y a néanmoins une certaine concordance entre ces deux phénomènes et l'on ne sera pas éloigné de la fin de l'opération.

On contrôlera du reste l'état de l'ampoule en faisant divers

Fig. 35.



Pompe Seguy sans robinet.

essais pratiques qui consisteront, d'une part, à examiner l'intensité de la fluorescence obtenue sur un écran au platinocyanure de

baryum et, de l'autre, à exposer une plaque photographique. On pourra encore faire usage d'un électroscope spécial.

1° *Contrôle optique.* — M. Buguet propose d'employer le photomètre de Foucault, dont une des plages sera remplacée par un écran fluorescent éclairé par l'ampoule. Une bougie éclairera l'autre plage. L'intensité du tube pourra être estimée en bougies en appliquant le calcul ordinaire de la photométrie aux distances de l'ampoule et de la bougie pour lesquelles les deux plages ont le même éclat.

2° *Contrôle photographique.* — On expose sur la plaque photographique convenablement protégée un écran en aluminium disposé comme une Table de Pythagore et dont chaque carré comporte une épaisseur de métal de plus que le voisin. En opérant toujours à la même distance et avec un même temps de pose, en développant avec un bain type et pendant le même temps, on aura, d'après le nombre d'épaisseurs traversées, des renseignements très approchés sur la valeur de l'ampoule.

M. Buguet emploie un autre procédé. Une plaque métallique percée d'un trou est placée sur la plaque photographique, on pose un temps donné et à une distance déterminée. On compare alors la pénombre obtenue avec une plaque type sur laquelle on a produit une série d'impressions correspondant à des expositions croissantes, d'après une loi géométrique déterminée, devant une source de lumière (bougie, par exemple) placée à une distance donnée. On a ainsi tous les éléments du calcul, en bougies, de l'intensité de l'ampoule étudiée [1].

Ces diverses méthodes ne peuvent donner à notre avis que des résultats approchés par suite de l'inégalité du champ d'éclairement de l'ampoule. Néanmoins, en pratique, elles donneront des indications qui pourront avoir leur utilité.

3° *Contrôle électroscopique.* — On détermine au moyen d'un électroscope spécial le temps que les deux feuilles d'or mettent

---

[1] *Photo-Journal,* août 1896, p. 257, et octobre 1896, p. 289.

à se rapprocher, lorsqu'on expose l'appareil à une distance déterminée de l'ampoule en activité. Nous décrirons plus loin cet appareil (*voir* p. 84).

Arrivé à ce point, on sépare l'ampoule de la pompe à mercure au moyen du chalumeau. Elle est alors prête à être livrée par l'industrie. Dans les laboratoires spécialement organisés, on pourra la laisser à demeure sur la pompe (1) et l'utiliser pour les opérations radiographiques. Lorsqu'elle ne donnera plus les résultats voulus ou que l'on constatera une petite rentrée d'air qui se produit infailliblement avec le temps, on en sera quitte pour remettre la pompe en marche jusqu'à ce que l'on ait de nouveau obtenu le vide nécessaire.

L'emploi de la pompe à mercure permet d'utiliser les ampoules mises hors d'usage à condition qu'elles ne soient pas percées.

2° DU CHOIX DU VERRE DESTINÉ A LA CONFECTION DES AMPOULES.

La qualité du verre employé pour la fabrication des ampoules est loin d'être négligeable. Par suite de sa composition, il arrête plus ou moins les radiations et la fluorescence obtenue est variable comme coloration et comme intensité. D'après M. Chabaud, les verres à base de soude, de potasse ou de chaux, ainsi que le verre allemand qui donne une belle fluorescence verte, seraient relativement très transparents. Le verre urane est un peu plus opaque. Le cristal, qui produit une fluorescence bleue, est très opaque, vraisemblablement à cause de la présence du plomb dans sa composition.

On a proposé également de placer dans l'ampoule des substances luminescentes ou d'en recouvrir l'anticathode. M. Silvanus Thompson emploie un émail au sulfure de calcium. M. Piltschikoff propose une solution du même genre. Toutefois, ces premiers essais n'ont pas donné tous les résultats qu'on pouvait en espérer.

---

(1) Lorsque l'on doit travailler avec une ampoule restant en permanence sur la machine à vide, on intercale entre l'ampoule et celle-ci un tube de plomb épais et de faible calibre intérieur en faisant les jonctions avec le mastic spécial. Une longueur convenable de ce tube permet d'opérer à distance et de disposer convenablement le modèle.

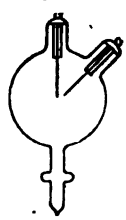
3° NATURE ET DISPOSITION DES ÉLECTRODES DANS LES AMPOULES.

Le nombre de modèles d'ampoules qui ont été proposés est déjà considérable, et leur étude détaillée n'apporterait au lecteur aucune connaissance utile. Aussi croyons-nous devoir examiner seulement les types principaux qui marquent les étapes successivement parcourues.

Notons tout d'abord que les électrodes sont généralement en platine et qu'elles sont terminées, suivant les modèles, par des surfaces planes ou concaves, soit en platine, soit en aluminium. L'électrode positive porte le nom d'*anode* ou d'*anticathode,* la négative celui de *cathode*. L'une et l'autre sortent à l'extérieur de l'ampoule et forment deux petites boucles dans lesquelles on introduit les extrémités de l'induit.

Ampoule filiforme Seguy (*fig.* 36). — C'est avec cette ampoule que nous avons fait nos premiers essais ; les deux électrodes sont constituées par des fils de platine rectilignes qui se

Fig. 36.



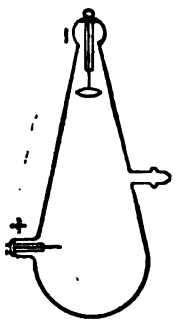
Ampoule filiforme Seguy.

terminent à courte distance l'un de l'autre. Ce premier type d'ampoule ne concentre aucunement les rayons X qui sont envoyés à peu près dans toutes les directions. La netteté est absolument insuffisante et les durées d'exposition très prolongées. Ce modèle n'a qu'un intérêt historique.

Ampoule en poire (*fig.* 37). — Ce modèle est tout différent du précédent; il est de forme allongée; la cathode, très courte, est

terminée par un large disque d'aluminium ; l'anode, également garnie d'un disque semblable mais plus petit, est disposée vers le bas et latéralement (¹). Ce type produit une concentration très

Fig. 37.



Ampoule en poire.

nette des radiations actives qui viennent illuminer d'une façon très intense la partie inférieure de l'ampoule ; c'est du reste en dessous de cette partie que l'on place les objets à reproduire. Cette concentration est telle que le verre peut se ramollir ; dans ce cas l'air extérieur rentre dans l'ampoule en la crevant, bien entendu (²). Il se produit également en ce point des transports de matière arrachée vraisemblablement aux électrodes et qui forment une auréole brun foncé à l'intérieur du verre. Ce dépôt arrête la majorité des rayons X et l'ampoule est hors d'usage. Pour l'utiliser plus longtemps, on a proposé de dévier le faisceau de radiations au moyen d'un aimant fixe. Le procédé était intéressant et donnait de bons résultats.

Les ampoules en poire constituèrent un premier progrès très appréciable. Il fut possible de faire la radiographie d'une main en trente minutes avec une bobine de moyenne puissance. La netteté de l'image laissait cependant à désirer et il était nécessaire

(¹) On a fait également dans ce type d'ampoule la cathode filiforme. C'est ce modèle que représente la *fig* 37.

(²) Pour éviter cet inconvénient, M. d'Arsonval fait tremper la partie inférieure de l'ampoule dans une petite calotte de celluloïd remplie d'eau. Ce dispositif nous a donné de bons résultats.

d'opérer à grande distance ou d'interposer un diaphragme métallique au-dessous de l'ampoule, pour réduire le cône de radiations, procédés qui avaient tous deux l'inconvénient d'allonger la pose.

Ampoules focus (*fig.* 38). — L'ampoule en poire a été remplacée bientôt par l'ampoule dite *focus,* dont nous avons été, croyons-nous, un des premiers à nous servir en France. Ce modèle a été proposé par MM. Silvanus Thompson et mis dans le commerce par MM. Newton et Cie. Il a une forme ovoïde et les deux électrodes sont dans le prolongement l'une de l'autre; l'anode

Fig. 38.

Ampoule focus.

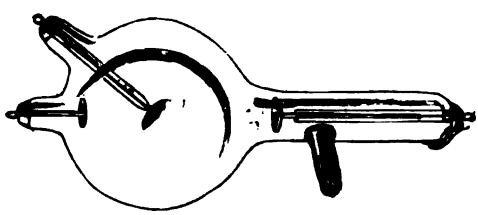
est munie d'une lame de platine inclinée à 45°. A la cathode est adaptée une calotte sphérique dont la concavité regarde l'anode. Dans ce type; les radiations actives partant de la cathode paraissent réfléchies, en quelque sorte, par l'anode, comme le seraient des rayons lumineux rencontrant un miroir. Ils se trouvent par suite concentrés vers la partie inférieure, et toute la partie supérieure, à partir d'un plan qui passe par l'anode, ne possède que peu ou point de radiations actives. L'ampoule *focus* donne une plus grande netteté que le type précédent et permet encore une notable diminution du temps de pose. L'inconvénient des premières ampoules *focus* tenait à leur faible volume; sous l'influence répétée du passage du courant, les dernières molécules d'air étaient absorbées et leur résistance devenait telle que l'étincelle jaillissait à l'extérieur. La production des radiations actives diminuait considérablement et la perforation de l'ampoule était fréquente.

Néanmoins la voie était trouvée et la plupart des ampoules qui ont été indiquées par la suite ne sont que des variantes du tube *focus,* dans lesquelles on a toujours conservé l'anode inclinée. Pour donner plus de durée au tube, on en a augmenté le volume.

D'autre part, pour gagner en netteté, on a diminué la surface de l'anticathode.

Ampoule bianodique (*fig.* 39). — Cette ampoule est de forme sphérique et elle reproduit exactement les dispositions principales de l'ampoule *focus;* elle possède seulement à la partie postérieure une anode supplémentaire portant à son extrémité un disque de métal. Pour l'usage, les deux anodes sont réunies par un fil com-

Fig. 39.



Ampoule bianodique.

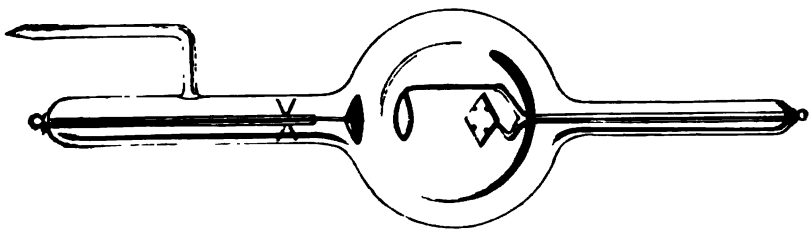
mun. Le rôle de cette deuxième anode ne paraît pas très bien défini et peu explicable au premier abord; quoi qu'il en soit, ce type est un des meilleurs que nous ayons trouvés. On le fabrique de trois dimensions pour fonctionner avec des bobines donnant 10^{cm}, 20^{cm} et 40^{cm} d'étincelle; c'est le modèle moyen qui nous a donné les plus grandes nettetés. Le grand est peut-être préférable pour la Radioscopie, mais l'image est certainement plus floue.

Ce modèle est connu sous le nom d'ampoule Seguy, tube Muret, etc.

Ampoule « le Penetrator » de Watson et Sons (*fig.* 40). — Cette ampoule appartient toujours au type *focus,* mais elle présente quelques modifications qui sont à signaler : les prolongements de l'ampoule qui renferment les deux électrodes sont très allongés, de telle sorte que l'étincelle peut difficilement jaillir par l'extérieur. Le miroir est placé non plus au centre de l'ampoule mais à une de ses extrémités, et l'anode vient se terminer par une boucle qui est très voisine de la cathode et à travers laquelle les rayons

passent avant d'atteindre le miroir. Cette disposition diminue la

Fig. 40.

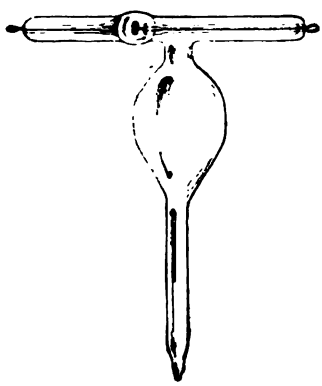


Ampoule « le Penetrator ».

résistance au passage de la décharge, et la nouvelle position du miroir permet d'éclairer de plus larges surfaces.

Ampoule Colardeau (*fig.* 41). — M. Colardeau, qui a étudié d'une façon très approfondie les conditions que doit remplir l'ampoule radiographique, a combiné un type dans lequel il s'est atta-

Fig. 41.



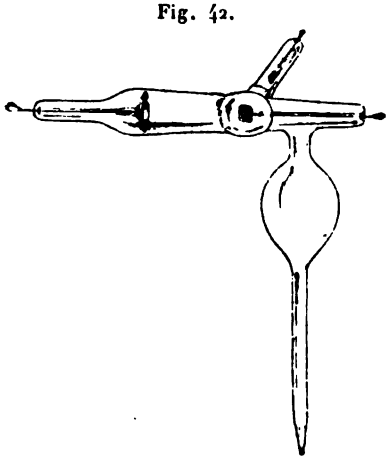
Ampoule Colardeau.

ché à rechercher le maximum de netteté. Il y est arrivé en réduisant le type *focus* et en ne donnant à l'anode qu'une faible surface. Malgré les petites dimensions de l'ampoule, le tube a une durée assez longue, grâce à un ballon de grande capacité qui lui est soudé.

Ce type est incontestablement un de ceux qui donnent les plus grandes finesses, mais sa marche est délicate, car l'anode s'échauffe facilement et rougit bientôt. Il est alors nécessaire d'interrompre le courant avant de continuer l'expérience. Dans ce cas, il sera avantageux d'employer le métronome interrupteur que nous avons décrit précédemment (p. 42).

Ampoules régénérables. — A part les accidents provenant de la perforation de l'ampoule, la durée de celle-ci est limitée à cause de l'absorption des dernières molécules d'air par les électrodes ou

Fig. 42.



Ampoule à électrode supplémentaire de palladium.

le verre lui-même (¹) sous l'influence du passage répété du courant. Aussi a-t-on cherché à faire des ampoules dans lesquelles on puisse restituer ou reformer la quantité très faible de gaz nécessaire à leur fonctionnement.

Dans cet ordre d'idées, M. Chabaud a créé une ampoule (*fig.* 42)

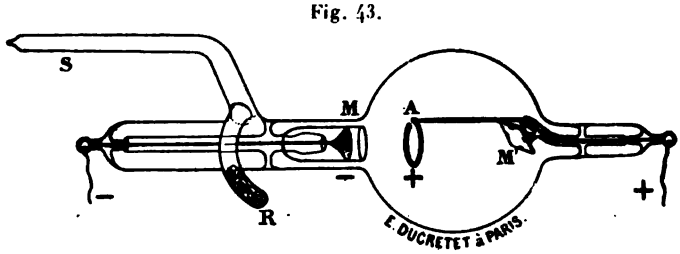
(¹) M. Gouy a signalé l'aspect particulier que certains tubes prennent après un emploi prolongé et qui pourrait faire supposer une dévitrification. Il a reconnu que la couche superficielle du verre à l'intérieur du tube contenait une foule de bulles gazeuses visibles seulement au microscope. Ce résultat serait un effet des rayons cathodiques. Le chauffage de l'ampoule provoquerait le dégagement de ces bulles, fait qui est d'accord avec un mode de traitement des ampoules certainement efficace.

à électrode supplémentaire de palladium qui réalise ce desideratum. On sait que ce métal a la propriété d'occlure le gaz hydrogène. Lorsque le tube est bien vidé d'air, on le remplit d'hydrogène pur et l'on fait de nouveau le vide. On fait alors passer le courant en prenant comme électrode la lame de palladium. Celle-ci absorbe une certaine quantité d'hydrogène. On arrête ensuite le courant et l'on termine l'ampoule comme d'habitude. Lorsqu'un tube ainsi préparé deviendra trop résistant, il suffira de faire dégager une petite quantité d'hydrogène en chauffant légèrement l'électrode contenant la lame de palladium. Si l'on a dépassé le point voulu, il suffira de prendre l'électrode de palladium comme anode et de faire passer le courant jusqu'à ce que l'on ait obtenu l'éclairage de l'ampoule le plus satisfaisant.

On construit des ampoules du même genre dans lesquelles une tubulure annexe renferme un petit fragment de potasse ou de charbon absorbant. Nous citerons, dans cet ordre d'idées, l'ampoule C.-H.-F. Muller et celle du professeur Zehnder.

La *fig.* 43 représente une ampoule de ce genre qui ne diffère du Penetrator que par l'adjonction d'une tubulure latérale qui

Fig. 43.

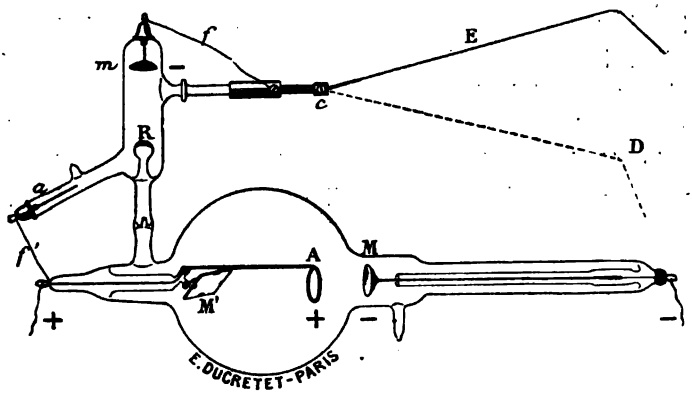


Ampoule régénérable.

renferme un peu de potasse. Si le tube est trop résistant et s'il ne s'allume pas d'une façon satisfaisante, il suffit de chauffer très légèrement avec une lampe à alcool le tube régulateur R. Si l'on a dépassé le point convenable, on peut inverser le courant pendant quelques instants; mais ce procédé est toujours délicat, car il peut amener le noircissement des parois. Il vaut mieux, à notre avis, laisser fonctionner le tube pendant quelque temps, et le vide nécessaire sera rapidement obtenu sans altération de l'ampoule.

Ampoule à régulateur automatique de vide. — Un dernier type d'ampoule des plus ingénieux est l'ampoule dite à régulateur automatique de vide (*fig.* 44). Elle est du même modèle que la précédente, mais le régulateur de vide est remplacé par une petite ampoule latérale renfermant une seconde cathode *m* et une anode munie intérieurement d'un petit réservoir R contenant de la po-

Fig. 44.



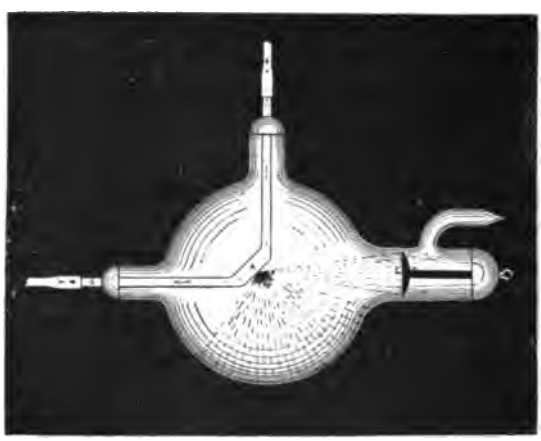
Ampoule à régulateur automatique de vide.

tasse. Les deux anodes de l'ampoule principale et de l'ampoule auxiliaire sont réunies par un fil commun *f'*. La cathode de l'ampoule auxiliaire est reliée à une tige métallique articulée E que l'on rapproche ou écarte plus ou moins de la cathode principale. Les fils de la bobine étant placés comme d'ordinaire aux électrodes de l'ampoule, en voici le fonctionnement. Lorsque l'ampoule est devenue trop résistante, l'étincelle jaillit entre la tige métallique et l'extrémité de la cathode principale. L'ampoule auxiliaire fonctionne alors et les rayons émis par la cathode reviennent frapper le réservoir à potasse R. Une légère quantité de gaz se trouve mise en liberté; ce phénomène continue jusqu'au moment où la résistance intérieure ayant diminué, l'ampoule principale fonctionne à nouveau. De cette manière, on obtient un réglage automatique. La position de la tige métallique doit varier d'après la longueur de l'étincelle de la bobine employée. Pour une bobine de 25^{cm} à 30^{cm} d'étincelle, la distance D devra être de 13^{cm} à 15^{cm}. On diminuera

cette distance pour une bobine plus faible, on l'augmentera, au contraire, pour une plus forte. Une fois la distance réglée pour une bobine déterminée, on n'a plus à la déranger. Si le vide de l'ampoule est trop faible, on peut ou inverser le courant ou faire fonctionner dans le sens normal et pendant un certain temps, la tige E étant écartée le plus possible.

Ampoules à refroidissement. — Pour éviter l'échauffement de l'anticathode qui, poussé au delà de certaines limites, peut entraîner la perte de l'ampoule, M. J.-L. Breton a proposé une solution très originale. L'anode se présente sous la forme d'un tube de platine dont la face qui regarde la cathode et qui doit jouer le rôle habituel de la lame de platine, est aplatie de façon à présenter une surface plane de dimensions suffisantes (*fig.* 45).

Fig. 45.

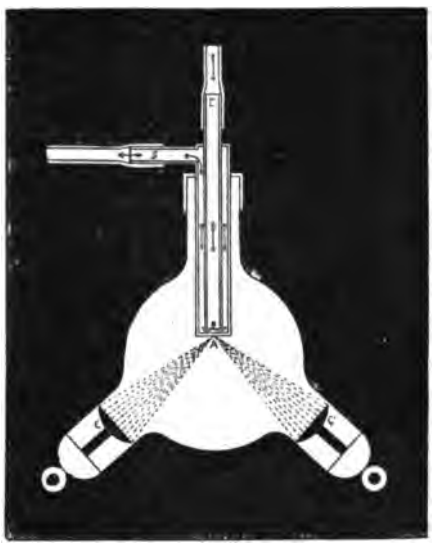


Ampoule à refroidissement J.-L. Breton.

Ce tube est soutenu par deux tubes de verre, le tout formant une conduite dans laquelle on fait circuler un courant d'eau froide. A cet effet, les deux extrémités des tubes reçoivent des tuyaux de caoutchouc servant l'un pour l'arrivée de l'eau, l'autre pour son évacuation. On règle facilement l'écoulement de façon à maintenir un échauffement déterminé sans le dépasser. L'auteur pense que

ce système permettra d'envoyer sans danger, dans les ampoules, des courants d'intensité bien supérieure. Il propose également de multiplier le nombre des appareils producteurs d'électricité, chacun d'eux ayant sa cathode spéciale (*fig.* 46). Cette solution

Fig. 46.



Ampoule à refroidissement J.-L. Breton, à deux cathodes indépendantes.

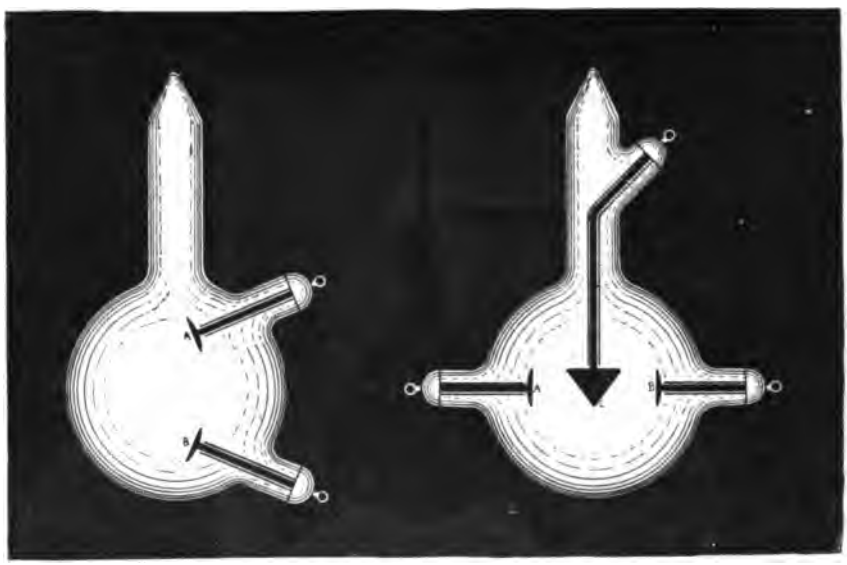
est très intéressante et donnera très vraisemblablement le moyen d'augmenter beaucoup le rendement et par suite de réduire la durée d'exposition.

Ampoule fonctionnant avec des courants alternatifs simples. — Avec un courant alternatif, le sens de celui-ci changeant à chaque période, les ampoules précédentes ne sauraient être employées, parce que les électrodes seraient tour à tour anode et cathode et n'enverraient pas leurs radiations dans la même direction.

M. Breton a résolu le problème en faisant construire des ampoules dans lesquelles les deux électrodes sont orientées vers le même point de la surface du verre; de cette manière, elles peuvent

être utilisées avec les courants alternatifs : la première (*fig.* 47) est à action directe, la seconde à action indirecte. Cette solution

Fig. 47.



Ampoules J.-L. Breton pour courants alternatifs.

avait été proposée également par MM. Benoist et Hurmuzescu.

En appliquant les mêmes principes, on peut construire des ampoules susceptibles d'être utilisées avec les courants triphasés ou diphasés canalisés à quatre fils (Breton).

CHAPITRE II.

TECHNIQUE RADIOGRAPHIQUE.

Dans le premier Chapitre de cet Ouvrage nous avons étudié les divers appareils qui sont nécessaires pour répéter la belle expérience du professeur Rœntgen; il s'agit maintenant de décrire la mise en œuvre de ce matériel et son utilisation au point de vue des nombreuses applications qui en découlent.

Nous aurons à examiner trois types généraux d'installation : l'installation complète de la clinique ou du laboratoire scientifique, celle plus simplifiée du médecin et de l'amateur, et enfin l'installation facilement transportable pour les opérations au dehors.

Installation fixe de clinique ou de laboratoire.

Comme source d'électricité on donne toujours la préférence aux accumulateurs, à moins que l'on ne puisse disposer du courant de ville, ou d'une dynamo spéciale.

Premier cas : Emploi des accumulateurs. — A l'un des pôles de la batterie on établit un fil sur le trajet duquel on intercale : 1° un plomb fusible, 2° un coupe-circuit (1), 3° le rhéostat, 4° l'ampèremètre. Ce fil est relié à l'une des bornes de la bobine.

(1) Les électriciens emploient fréquemment ce terme pour désigner les plombs fusibles : nous devrions donc adopter le terme d'interrupteur, mais ce terme lui-même pourrait amener une confusion avec l'interrupteur de la bobine; nous entendrons donc par coupe-circuit le levier destiné à permettre le passage et la rupture du courant.

Un second fil se rend directement de l'autre pôle de la batterie à la deuxième borne de la bobine (¹). Si l'on se sert du trembleur ou de l'interrupteur qui est sur la bobine même, l'installation est terminée. Dès qu'on fermera le courant, l'appareil se mettra en marche et l'ampèremètre intercalé dans le circuit indiquera à chaque instant l'intensité du courant.

Mais le plus généralement on utilisera un interrupteur indépendant à grande vitesse. Dans ce cas, il sera nécessaire d'utiliser une batterie annexe pour actionner le moteur de l'interrupteur. L'un des fils de cette batterie ira directement à l'une des bornes de l'interrupteur; sur l'autre on intercalera un coupe-circuit et un rhéostat à curseur qui permettra d'en faire varier la vitesse avec grande précision. La tige plongeante de l'interrupteur et le godet conte-

Fig. 48.

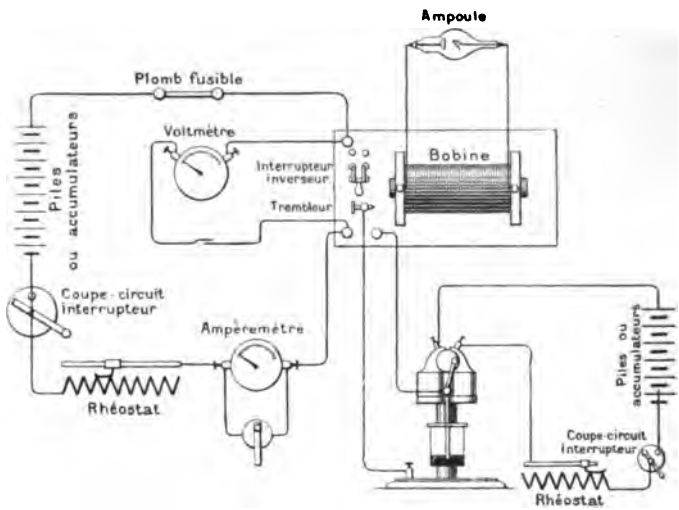


Schéma de l'installation des appareils.

nant le mercure seront réunis l'un et l'autre aux deux parties de l'interrupteur de la bobine. Celui-ci doit être écarté suffisamment pour ne plus fonctionner par l'attraction du noyau central.

(¹) Si au lieu d'accumulateurs on emploie des piles, la disposition est la même.

Avec cette installation il suffit d'actionner deux manettes, la première pour mettre en marche l'interrupteur, la seconde pour lancer le courant dans la bobine. Les moyens de réglage de la marche de l'ampoule s'obtiennent par le fonctionnement de l'interrupteur dont on règle la cadence à volonté au moyen du rhéostat à curseur, puis par l'élévation ou la descente du godet contenant le mercure, ce qui modifie les durées d'ouverture et de fermeture du courant (1); en dernier lieu, le rhéostat intercalé dans le circuit primaire permet de régler rigoureusement la longueur d'étincelle. Le voltmètre, qui est utile pour connaître la différence de potentiel et par suite l'état de charge des accumulateurs, est mis en dérivation sur les bornes de la bobine, avec intercalation d'un bouton de sonnerie ou d'un interrupteur. La figure ci-dessus (*fig.* 48) donne la disposition schématique des diverses dispositions que nous venons de décrire.

Au lieu d'une pile ou d'une batterie spéciale pour mettre en marche l'interrupteur, on peut encore le monter en dérivation sur le courant primaire.

Deuxième cas : Emploi du courant de ville ou d'une dynamo spéciale. — Si l'on a le courant de ville, on pourra l'utiliser pour actionner directement le transformateur. L'installation sera la même que celle qui vient d'être décrite dans le cas de courants continus (secteur de la rive droite, à Paris) : il n'y aura qu'à modifier les dimensions du rhéostat de façon à pouvoir réduire suffisamment le voltage. Nous avons du reste traité cette question dans le Chapitre précédent.

Si l'on n'a à sa disposition que le courant alternatif (secteur de la rive gauche, à Paris), on ne peut l'employer qu'avec des ampoules spéciales faites pour cet usage. Si l'on veut utiliser les ampoules courantes, il faut transformer le courant alternatif en courant continu.

La solution consistera à actionner avec le courant du secteur un moteur qui commandera à son tour une dynamo à courants continus. On choisit cette dernière de façon à donner un voltage

(1) Dans les interrupteurs à rendement fixe, il n'y a aucun réglage à effectuer.

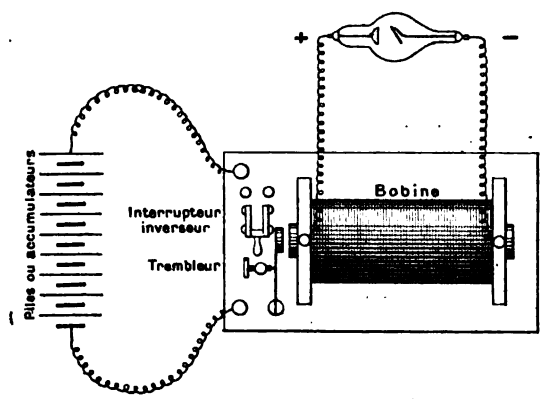
légèrement supérieur à celui qui est nécessaire pour le fonctionnement de la bobine. Un petit rhéostat permettra un réglage très précis.

Si l'on se sert d'une petite dynamo spéciale pour actionner la bobine, on peut employer un moteur quelconque à vapeur, à gaz, à pétrole ou hydraulique, suivant les ressources dont on disposera.

Installation simplifiée.

Le matériel précédent, réduit à sa plus simple expression, comportera la source d'électricité, piles ou accumulateurs, la bobine et l'ampoule. Le praticien pourra l'utiliser avec succès, mais il n'aura pas naturellement les ressources que lui donneraient les dispositifs précédemment décrits. Il ne pourra pas se rendre compte de la force électromotrice dont il dispose, suivre la marche de la bobine,

Fig. 49.



Installation simplifiée.

régler le courant d'après l'état de l'ampoule, et surtout profiter des avantages considérables que procure l'interrupteur rapide.

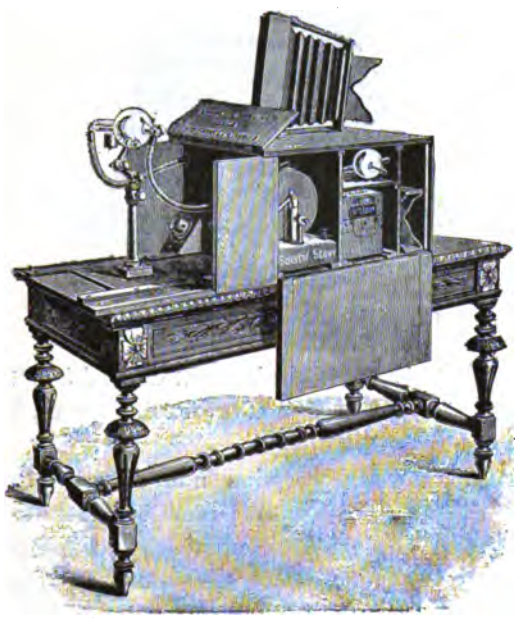
Nous donnons ci-dessus le schéma de l'installation la plus simplifiée (*fig.* 49).

Matériel transportable.

Les médecins ou chirurgiens qui voudront pratiquer la Radiographie seront amenés naturellement à transporter l'appareil au lit du malade qui ne peut se déplacer. Avec le matériel strictement nécessaire, accumulateurs, bobine et ampoule, on pourra déjà effectuer la plupart des recherches, avec plus de difficultés cependant qu'avec l'installation fixe qui peut être beaucoup plus puissante.

Les constructeurs se sont préoccupés de cette question et, parmi

Fig. 50.



Appareil de radiographie transportable de M. Seguy.

eux, M. Seguy a réalisé le premier un appareil assez portatif qui, dans bien des cas, est parfaitement suffisant. Cet appareil est connu sous le nom de *lorgnette humaine* (*fig.* 50). Une boîte solide renferme une batterie d'accumulateurs, une bobine d'induction,

l'ampoule avec son support, et enfin un dispositif spécial destiné à pratiquer l'examen radioscopique en plein jour. L'appareil est toujours prêt à fonctionner ; à cet effet, il suffit d'abattre la partie antérieure, de faire glisser dans des rainures spéciales le support d'ampoule, puis de mettre en marche la bobine en appuyant sur un bouton qui établit le courant en même temps qu'il actionne le trembleur.

La lorgnette proprement dite, basée sur le fluoroscope d'Edison, consiste en une sorte de chambre noire pliante à soufflet, qui porte

Fig. 51.

La lorgnette humaine de M. Seguy.

à l'une de ses extrémités un encadrement destiné à mettre les yeux de l'observateur à l'abri de la lumière extérieure et, à l'autre, un écran fluorescent (*fig.* 51).

Nous avons en notre possession une de ces lorgnettes; elle nous a donné d'excellents résultats ; nous ne lui ferons qu'une légère critique, c'est que les accumulateurs ont été placés à tort dans l'intérieur : c'est là un défaut grave dans un appareil destiné à être transporté, c'est-à-dire à subir des chocs et des mouvements anormaux. Le liquide des accumulateurs peut s'échapper et tout détériorer. Cette remarque n'enlève rien de la valeur de l'appareil qui est, dans son genre, le plus complet qui ait été présenté.

MM. Clément et Gilmer ont étudié également un appareil portatif qui fonctionne bien; ils emploient une bobine de 23^{cm} d'étincelle qui est complètement noyée dans l'isolant. Elle affecte donc

la forme d'une caisse robuste qui peut être transportée sans risque. A l'avant se trouvent l'interrupteur, un plomb fusible, un rhéostat et un interrupteur inverseur. Cette bobine, qui est d'une puissance suffisante pour résoudre la plupart des problèmes qui se présentent en Radiographie, fonctionne avec une batterie d'accumulateurs de six éléments seulement. C'est là un avantage appréciable, car la plupart des bobines donnant 20^{cm} d'étincelle nécessitent en général huit éléments. La batterie est d'une seule pièce et indépendante, de sorte qu'aucun accident n'est à craindre pendant le transport.

Le matériel est complété par un dispositif radioscopique analogue au fluoroscope d'Edison et à la lorgnette de M. Seguy.

Accessoires divers. — Maintenant que nous sommes installés suivant les ressources dont nous disposons, voyons les accessoires qui sont nécessaires pour supporter l'ampoule, recevoir le sujet en expérience et contenir la plaque photographique.

Le support d'ampoule doit satisfaire aux conditions suivantes : 1° être parfaitement stable; 2° permettre toutes les positions de l'ampoule; 3° être bien isolé.

On se sert ordinairement comme support d'un pied de fonte à base large et lourde comme ceux qui sont employés en Photographie. Dans l'intérieur de ce tube, qui est creux, on place une tige de bois pouvant s'élever et s'abaisser en glissant à l'intérieur; on la maintiendra à la hauteur voulue au moyen de la vis de serrage qui se trouve sur le pied.

Cette tige de bois en recevra une seconde à angle droit susceptible aussi de se mouvoir à volonté. Enfin, sur cette dernière on place, à glissement encore, une pince articulée comme les pinces de laboratoire de Chimie. C'est dans cette pince que sera fixée l'ampoule; celle-ci, sans qu'il soit besoin d'insister davantage, pourra prendre toutes les positions voulues.

Il est bon de fixer sur la tige verticale une deuxième baguette horizontale, de bois, ou mieux encore de verre, et qui aura pour but de soutenir les conducteurs et de les maintenir à une distance convenable l'un de l'autre pour éviter la production d'étincelles. Ce dispositif constitue un support universel qui sera employé dans

toutes les circonstances et permettra en particulier de radiographier un malade dans toutes les positions.

Pour les expériences de laboratoire et pour les objets de faible dimension, un support articulé en bois fixé sur une table conviendra parfaitement.

En dernier lieu, le support doit être bien isolé pour éviter les dérivations qui peuvent occasionner des secousses désagréables ou diminuer le rendement de l'ampoule; c'est pour cette raison que l'on recommande l'emploi du bois ou du verre qui serait encore préférable.

Nous avons fait établir par MM. Clément et Gilmer un support destiné aux opérations de la clinique et qui peut servir également pour les opérations à domicile (*fig.* 52). Sur un pied à quatre branches solides se dresse une pièce de bois verticale de $1^{m},50$ de hauteur. Le long de cette tige en glisse une autre qui permet par suite une double élévation. C'est sur cette pièce que sont fixées deux rainures de 20^{cm} de long. Ces deux glissières sont destinées à recevoir le support pour la radiographie ou le support pour la radioscopie. Le support pour la radiographie se compose d'une tige horizontale à section carrée sur laquelle on fixe la pince de l'ampoule et deux supports à isolateurs qui soutiennent les conducteurs. Cette tige a 75^{cm} de longueur afin de pouvoir amener l'ampoule au-dessus du malade placé dans un lit, ce qui se fait en glissant la pince au-dessus de la partie à reproduire. On obtient un mouvement latéral de déplacement en faisant glisser le support de radiographie dans les rainures du pied. Les mouvements en hauteur sont obtenus par le relèvement ou l'abaissement de la partie coulissante du pied. L'orientation de l'ampoule se fait en tournant celle-ci plus ou moins dans la pince.

Nous décrirons plus loin l'emploi de ce support pour la Radioscopie.

Dispositifs destinés à renfermer la plaque photographique. — Théoriquement il serait préférable de poser le modèle sur la plaque à nu, mais ce système a l'inconvénient de nécessiter le travail dans l'obscurité, ou tout au moins dans la lumière rouge; dans le premier cas on aura de grandes difficultés pour opérer; dans le

second, si la pose est un peu longue, on aura à craindre des voiles

Fig. 52.

Support pour les opérations radiographiques.

adventices; enfin le contact de certains corps sur la couche sensible sera nuisible par suite de leur température ou de leur degré d'humidité.

Pour ces diverses raisons, on préfère toujours exposer la plaque à travers une enveloppe imperméable à la lumière ordinaire, mais parfaitement transparente pour les radiations actives. C'est ainsi que la plupart des opérateurs mettent leurs plaques dans des feuilles de papier noir; celui-ci doit être choisi avec soin, car il ne doit pas avoir le moindre défaut. Le papier noir mat est celui qui nous a toujours donné les meilleurs résultats; il est d'ailleurs tout indiqué d'en mettre au moins deux ou trois doubles. Il faudra veiller, en faisant ce petit emballage, à ce que la couche sensible se trouve toujours en dessus. En effet, à la longue les angles des plaques finissent par percer les coins de ces enveloppes et l'on a à redouter des voiles provenant de l'infiltration de la lumière du jour. Il suffira de vérifier celles-ci de temps en temps et de les changer dès qu'elles seront percées.

Ce dispositif très simple convient pour la généralité des expériences et à condition que le modèle ne soit pas d'un poids trop élevé. Avec les grandes plaques nécessaires pour radiographier un bassin ou une poitrine on a fréquemment des accidents, le verre ne posant pas bien à plat sur la table d'opérations. On peut alors mettre en dessous de la plaque une planche de bois bien plane et envelopper le tout de papier noir, ou encore se servir des châssis spéciaux pour la Radiographie.

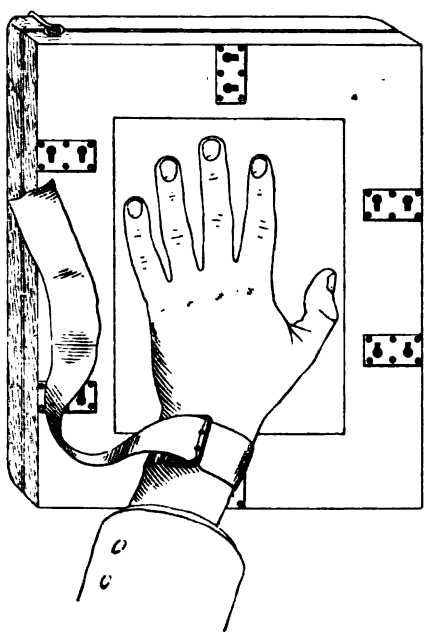
Ces châssis se composent d'une planche bien dressée sur laquelle on pose la plaque; un couvercle rabattant et garni d'une feuille opaque à la lumière mais transparente aux radiations actives referme le tout. Des feuillures spéciales empêchent toute entrée de lumière. L'épaisseur du châssis est calculée de telle façon que la feuille du couvercle s'applique exactement sur la plaque. Comme substance transparente aux rayons X, on peut prendre une feuille mince d'aluminium ou d'ébonite, ou encore simplement du carton de bonne fabrication. Le carton jaune lisse convient parfaitement. M. Ducretet a construit sur nos indications un modèle de ce genre.

L'aluminium et l'ébonite ont l'avantage de préserver la plaque de toute humidité lorsque le modèle est mouillé ou en transpiration.

Il peut être nécessaire d'immobiliser complètement la partie du corps à reproduire pour éviter tout déplacement pendant la pose.

On peut employer alors le modèle de châssis construit sur nos indications par MM. Clément et Gilmer. Ce châssis porte sur son pourtour des pièces de métal encastrées analogues à celles que l'on emploie dans les chambres noires photographiques pour le montage dit *à baïonnette*. Lorsque l'on veut immobiliser un

Fig. 53.



Châssis radiographique.

membre, on fixe dans ces pièces la contre-partie qui est munie d'une courroie de serrage (*fig.* 53).

Lorsqu'il s'agit de reproduire un membre qui ne peut se fléchir, le coude par exemple, dans un cas de fracture, de luxation ou d'ankylose, on dispose dans ces logements des petits supports dont on peut régler la hauteur et qui sont également munis de courroies : de cette manière le membre peut être immobilisé dans la position rigoureuse qu'il occupe.

Table d'opération. — Nous avons fait établir pour le labora-

toire de la Salpêtrière une table spéciale qui sert pour radiographier les malades dans les diverses positions. Une planche large de 2^m est recouverte d'un matelas étroit et peu épais ; de chaque côté sont disposées des ouvertures qui ont pour but de fixer des bandes de toile. Pour certaines parties du corps, pied, jambe, bras,

Fig. 54.

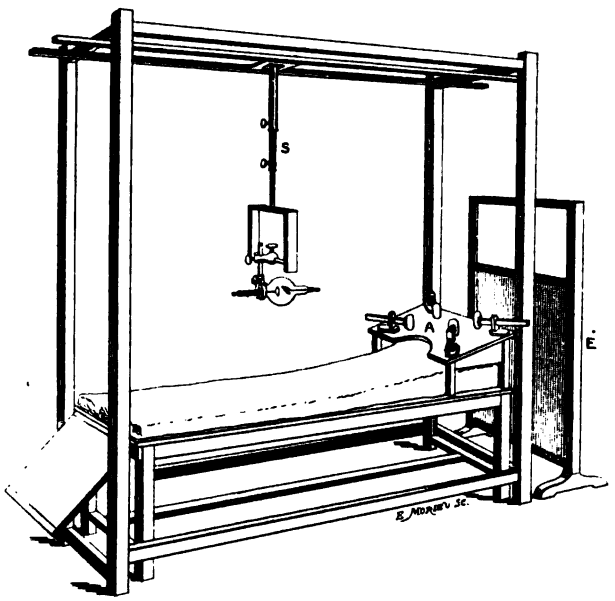


Table d'opération.

on peut retirer le matelas et d'autres ouvertures spécialement placées plus près les unes des autres permettent d'obtenir le même résultat (*fig.* 54).

Pour la radiographie de la tête, nous disposons à l'extrémité de la table une planchette inclinée formant en quelque sorte oreiller, et qui est assez élevée pour que le malade puisse passer son bras dessous.

Cette disposition est indispensable pour opérer de profil. La planchette A est évidée circulairement afin que l'épaule s'applique exactemnet contre cette échancrure. En outre, pour fixer la tête, nous disposons aux angles de cette planchette quatre supports qui

viennent s'appliquer, d'une part, sous le menton et sur le front, et, de l'autre, derrière l'occiput et à la base du crâne. Ces tiges peuvent glisser sur leurs axes de façon à prendre toutes les positions voulues.

Pour plus de sûreté, et si l'on craint que le malade ne cherche à sortir de cet appareil, une simple bande de mousseline placée en travers l'immobilisera complètement sans laisser de traces sur la radiographie.

Si l'on veut photographier la tête d'avant en arrière, elle sera maintenue dans cette position par les quatre supports, le malade étant couché sur le dos. Les tiges de contention des supports devront être en bois et garnies à leurs extrémités de tampons d'étoffe pour établir un contact doux avec la tête du patient. Ces tampons seront fixés avec du fil et non cloués, car les clous seraient reproduits et gêneraient pour l'examen. En raison de leur transparence, les tiges, les tampons et les ligatures ne laissent pas d'image appréciable sur le négatif.

Mise en marche des ampoules.

Maintenant que nous avons décrit tout le matériel nécessaire pour la Radiographie, il est nécessaire d'en étudier la mise en marche et le fonctionnement. Nous estimons que le lecteur est suffisamment éclairé par ce que nous avons dit des divers types d'ampoules et qu'il a choisi le modèle convenant le mieux aux travaux qu'il doit exécuter. La première chose qu'il devra faire, c'est d'essayer l'ampoule adoptée, de vérifier si elle fonctionne bien, de se rendre compte de son intensité et de la netteté qu'elle peut permettre d'obtenir.

Dans un même type d'ampoules il peut y avoir d'assez grandes différences en ce qui concerne l'intensité; ceci proviendra du moment où l'on aura effectué la séparation d'avec la pompe à mercure. On dit que l'ampoule est peu vidée lorsqu'elle est à la limite à laquelle la production des radiations actives devient suffisante; par le fonctionnement et par l'échauffement qui résulte du passage du courant, les molécules d'air sont absorbées petit à petit et la puissance de l'ampoule augmente; elle atteint alors un maximum où elle donne les résultats les plus rapides, puis elle devient trop ré-

sistante, elle s'éclaire moins bien, les étincelles tendent à jaillir extérieurement et la somme de radiations actives diminue dans de grandes proportions. Il faudra l'abandonner ou essayer de la régénérer par un des procédés que nous indiquerons par la suite. En un mot, la marche de l'ampoule est essentiellement variable, la production des radiations actives suivant une courbe rapidement ascendante pour décroître ensuite une fois le maximum atteint. Moins une ampoule sera vidée, plus ses services pourront être longs, mais on n'atteindra le maximum de puissance que progressivement; si, au contraire, elle est vidée davantage, elle pourra donner de suite le maximum d'effet, mais sa durée sera plus courte, car, une fois le maximum atteint, la chute se produit à bref délai. En général, les industriels livrent des tubes peu vidés qu'il faudra amener soi-même à leur maximum de puissance dans les cas où cela sera nécessaire.

En pratique donc, une ampoule neuve s'améliorera au fur et à mesure de son fonctionnement, jusqu'à une certaine limite à partir de laquelle l'effet inverse se produira; la résistance de l'ampoule neuve étant plus faible, on pourra commencer avec un courant moins énergique et augmenter la puissance de celui-ci au fur et à mesure que la résistance croîtra. Cette observation montre bien l'avantage qu'il y a en pratique à faire usage d'un rhéostat pour modifier l'intensité du courant primaire.

On observera qu'il est nécessaire de faire fonctionner les ampoules dans un local sec. Elles devront être essuyées avec soin pour les débarrasser des poussières qu'elles attirent facilement et de toutes traces d'humidité.

On se rendra compte de l'intensité produite par l'examen à l'écran fluorescent; en interposant la main on constatera si l'ampoule est pénétrante, les os devront bien se détacher en foncé sur le fond de la chair à peine visible. Pour apprécier plus exactement cette intensité, on emploiera l'une des méthodes que nous avons indiquées précédemment.

On pourra utiliser également avec avantage l'électroscope spécial de M. Hurmuzescu (*fig.* 55) construit par M. Chabaud. Cet appareil se compose d'une boîte rectangulaire en métal renfermant deux feuilles d'or suspendues à une tige isolée qui dépasse entièrement

à la partie supérieure. Deux parois opposées garnies de verres permettent de suivre les mouvements des feuilles. Si, pour rendre le phénomène plus visible, on désire projeter sur un écran l'image de celles-ci, on remplacera le verre extérieur par un verre jaune foncé qui a la propriété, comme l'a montré M. Branly, d'empêcher l'instrument de se décharger sous l'action des rayons violets. Une des autres parois latérales est munie d'une coulisse à ressort qui permet

Fig. 55.

Électroscope de M. Hurmuzescu.

de fixer des lames métalliques diverses et d'effectuer l'étude de la décharge de l'instrument au travers de parois de nature différente.

Pour se servir de cet électroscope, on met dans la paroi à coulisse une feuille d'aluminium de $0^{mm},1$ à $0^{mm},2$ d'épaisseur, et l'on place en face de celle-ci, et à la distance de 1^{m} par exemple, l'ampoule à essayer. On procède alors à la charge de l'électroscope à l'aide d'un corps diélectrique (¹) frotté sur de la laine, les lames d'or s'écartent; on fait alors fonctionner l'ampoule et l'on note combien il faut de secondes pour que la chute soit complète. La

(¹) M. Buguet a indiqué un autre procédé plus expéditif pour effectuer la charge. Il suffit de diriger l'un des conducteurs de la bobine vers la boule de l'électroscope et de produire à la main un certain nombre d'interruptions du courant jusqu'à ce que l'on ait obtenu le même écartement des feuilles d'or.

durée de chute donnera des renseignements assez précis sur la puissance de l'ampoule.

Aspect de l'ampoule en fonction. — La coloration des ampoules en état de marche est d'un beau vert tendant sur le jaune; dans les modèles *focus* ou dérivés du *focus,* on constate une zone beaucoup moins éclairée dans toute la partie supérieure de l'ampoule en arrière d'un plan passant par l'anode. Cette partie très peu riche en radiations actives correspond en quelque sorte à une zone d'obscurité; quelquefois elle présente à son sommet et dans le voisinage de l'entrée de l'anode une légère coloration bleutée. Ce phénomène se produit principalement dans les ampoules peu vidées; il s'atténue et finit par disparaître au fur et à mesure que le tube fonctionne.

Après un long usage ou lorsque l'on emploie des courants très énergiques, on voit apparaître dans la même région une légère coloration rosée. Cette coloration, dans nos expériences, nous a toujours indiqué la fin prochaine de l'ampoule; celle-ci se produit bientôt après par la disparition totale de la coloration vert jaune et l'apparition d'une belle coloration rosée. En cet état l'ampoule est hors d'usage et ne produit plus de radiations actives. Cet effet est dû vraisemblablement à une rentrée d'air.

Les phénomènes qui se passent sur l'anode par suite de la concentration des rayons émanés de la cathode sont des plus importants et d'ailleurs fort variables comme effets, suivant le type d'ampoule. Ce qui est indiscutable, c'est qu'il y a une élévation considérable de température qui peut amener l'anode à l'incandescence. Suivant la construction de l'ampoule, la plaque métallique qui termine l'anode rougit soit partiellement, soit complètement; d'autres ne présentent pas cet échauffement d'une façon apparente.

Doit-on donner la préférence aux ampoules qui concentrent les radiations en un point très étroit, ce qui *a priori* semblerait indiquer une concentration plus rigoureuse, ou à celles dans lesquelles l'anode rougit entièrement, ou encore à celles qui ne rougissent pas? Nous avouons que nous ne pouvons trancher la question. Les unes et les autres nous ont donné de bons résultats comme

rapidité, comme pénétration et comme finesse. De plus, la même ampoule peut à divers moments de son emploi, et par suite de variations dans l'intensité du courant primaire, présenter ce phénomène ou ne pas le présenter.

Les avis des auteurs sont du reste absolument partagés sur ce point : les uns disent qu'il faut éviter tout échauffement de l'anode et que l'on doit arrêter l'expérience aussitôt; certains ont même proposé des ampoules à circulation d'eau froide pour éviter cet échauffement; d'autres ne considèrent l'ampoule en état de fonctionner convenablement que lorsque l'anode est à l'incandescence. Nous croyons que ces variations si tranchées d'opinions proviennent uniquement de la construction quelque peu différente des divers types d'ampoules; avec les unes on aura avantage à provoquer l'échauffement, dans les autres il faudra l'éviter.

Si l'ampoule s'éclaire difficilement lors de la mise en route, un procédé qui réussit bien consiste à la chauffer légèrement jusqu'à ce qu'elle fonctionne normalement. Cette opération se fait au moyen d'une lampe à alcool que l'on promène sous l'ampoule de façon à l'échauffer progressivement et régulièrement. Certains praticiens effectuent d'emblée et dans tous les cas un chauffage intensif à l'aide d'un chalumeau à alcool. Cette opération doit être faite avec précaution, car la température obtenue est suffisante pour fondre le verre et mettre l'ampoule hors d'usage.

Quelques auteurs préconisent un autre moyen pour mettre l'ampoule en état : c'est de produire des inversions du courant; c'est pour cette raison que l'accessoire de la bobine réalisant cette fonction a une utilité presque indiscutable. Il permet également, si par hasard on a interverti le sens du courant de l'ampoule, de le rétablir de suite dans le sens convenable. Le changement du sens du courant dans l'ampoule produit des modifications considérables. Au lieu d'avoir une zone inférieure régulièrement éclairée, on a des stratifications circulaires de forme tout à fait caractéristique. D'autre part, la production des radiations actives est presque supprimée, pour ne pas dire complètement. Cette manœuvre, qui nous a réussi quelquefois avec certains types d'ampoules, tels que l'ampoule en poire, le focus de Thompson, et qui a pour effet vraisemblablement de remettre en liberté quelques molécules d'air

occlus dans une des électrodes, est au contraire absolument dangereuse avec d'autres modèles, la surface interne du verre se couvrant très rapidement d'un dépôt noirâtre qui met l'appareil hors de service. Ce procédé, qu'il ne faut pas rejeter d'ailleurs d'une manière absolue, ne doit être employé qu'avec grande prudence.

De la position de l'ampoule par rapport au modèle.

Cette question est des plus importantes, car le champ d'éclairement donné par les divers types d'ampoules est loin d'être le même; d'autre part, la distance de l'ampoule influe beaucoup au point de vue de la durée du temps de pose, de la netteté et de l'exactitude de la radiographie.

Détermination du champ d'éclairement de l'ampoule. — Suivant leur construction, les ampoules peuvent donner un champ d'éclairement de forme variable, et il est intéressant de connaître celui-ci pour disposer le modèle de façon qu'il soit compris dans la zone active. M. Buguet indique à cet effet le procédé suivant : on dispose l'ampoule à très courte distance (quelques centimètres) d'une plaque photographique de grand format et l'on pose le temps nécessaire pour avoir une impression. On obtiendra sur la plaque une zone de forme et d'intensité variables, suivant le type d'ampoule. D'après ces résultats, on verra dans quel sens il vaudra mieux placer le modèle par rapport à la position de l'ampoule [1].

M. Buguet a ainsi déterminé le champ d'éclairement donné par le tube Colardeau. Nous avons étudié par cette méthode divers types d'ampoules actuellement employées et appartenant au type *focus* ou dérivés. Toutes comportent un éclairage fort irrégulier et qui peut d'ailleurs varier dans une même catégorie à cause de la position plus ou moins correcte de l'anode miroir.

---

[1] Cette étude peut se faire plus simplement en examinant sur l'écran la partie éclairée lorsqu'on le met au contact de l'ampoule; on peut encore, au lieu des grandes plaques qui sont fort coûteuses, se servir de feuilles de papier au bromure d'argent.

Il sera donc utile d'étudier individuellement chaque ampoule mise en service. Dans le type *focus* la zone d'éclairement est nettement interrompue par une ligne qui correspond à la projection du plan tangentiel au miroir. En arrière de ce plan il n'y a plus de radiations actives. En avant, la zone d'éclairement, plus intense dans la partie qui est précisément au-dessous du miroir, s'étale perpendiculairement à l'axe de l'ampoule. Dans ce dernier sens elle s'étend peu, et souvent même apparaît une zone d'obscurité centrale.

Ces résultats confirment l'observation de M. Buguet qui signale cette étendue transversale du champ d'éclairement; il faut en tenir compte pour disposer convenablement le modèle de manière qu'il soit placé dans la zone la plus éclairée.

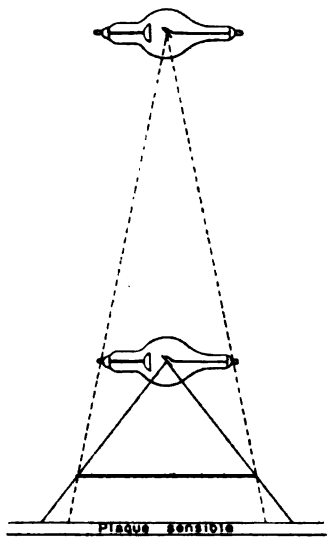
La constatation de l'inégalité du champ d'éclairement de l'ampoule pourra être utilisée dans la pratique pour reproduire des parties d'un même objet inégalement épaisses et pour proportionner en quelque sorte l'intensité de l'éclairage à l'épaisseur du modèle. Ainsi, dans une radiographie de main, on sait que les doigts sont toujours plus intenses que le poignet; dans un pied, les doigts et la partie médiane auront tous leurs détails avant que les os du tarse soient suffisamment apparents. En disposant dans ces deux cas la main ou le pied sous l'ampoule et parallèlement à l'axe de celle-ci, de manière que les parties les plus épaisses soient sous le miroir, dans la zone la plus active, les parties les plus minces seront dans une zone moins active. Par cet artifice on obtiendra une régularité plus grande d'impression.

Veut-on au contraire reproduire un objet long et sensiblement de même épaisseur, bras ou jambe par exemple, il faudra disposer le modèle perpendiculairement à l'axe de l'ampoule.

De l'influence de la distance de l'ampoule au point de vue de la durée d'exposition. — Plus l'ampoule sera distante de la plaque, plus la pose devra être allongée; plus elle sera rapprochée, plus l'impression sera rapide. D'après les travaux qui ont été publiés sur cette question, les temps de pose paraissent être en raison inverse du carré des distances.

De l'influence de la distance de l'ampoule au point de vue de la netteté. — Théoriquement, si le modèle à reproduire, appliqué d'ailleurs exactement sur la plaque photographique, était infiniment mince, la position de l'ampoule n'aurait pas d'influence sensible sur la netteté de la radiographie. En pratique il n'en est jamais ainsi et le modèle a toujours une épaisseur appréciable, il

Fig. 56.

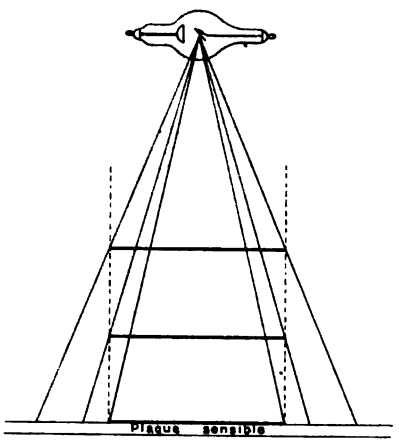


Influence de la distance de l'ampoule.

s'ensuit donc que le plan à reproduire n'est plus en contact avec la plaque, mais bien à une certaine distance plus ou moins importante suivant les cas. Dans cette hypothèse, plus l'ampoule sera rapprochée, plus l'image sera floue; inversement, plus elle sera éloignée, plus la netteté sera grande. L'examen de la *fig.* 56 explique suffisamment ce qui se passe. On constate que plus l'ampoule est rapprochée, plus la netteté diminue par suite de l'agrandissement de la projection de l'objet. En pratique on aura donc avantage à ne jamais opérer de trop près : d'ailleurs, plus le plan à reproduire sera éloigné de la plaque sensible, plus il faudra éloigner l'ampoule. La *fig.* 57 montre les différences de projections obtenues par l'éloignement progressif de l'ampoule.

Concurremment avec la netteté qui diminue avec le rapprochement de l'ampoule par suite de l'étalement de l'image, il en résulte que les dimensions apparentes de l'ombre portée sur la plaque croissent également. L'image radiographique d'un objet quelconque sera donc d'autant plus grande que l'ampoule sera plus rapprochée; inversement, elle se rapprochera d'autant plus des dimen-

Fig. 57.



Influence de la distance du modèle.

sions réelles que l'ampoule sera plus éloignée. Cette considération explique pourquoi il est nécessaire d'opérer à des distances suffisantes pour avoir des images ayant sensiblement les dimensions de l'original.

Il ne faudra pas oublier ce qui vient d'être dit dans la recherche des corps étrangers; plus ceux-ci seront éloignés de la plaque, plus il sera nécessaire d'éloigner l'ampoule : les dimensions d'un objet quelconque, fragment d'aiguille par exemple, varieront sur la plaque d'après la distance de l'ampoule et celle qui sépare le fragment de la plaque, mais elles se rapprocheront d'autant plus des dimensions vraies que la source de radiations aura été plus éloignée.

Au point de vue pratique, il ressort de ce qui précède qu'il faut éviter autant que possible le rapprochement exagéré de l'am-

poule, et que celle-ci devra être d'autant plus éloignée que la distance du modèle à la plaque sera plus grande (1).

Voici les distances que nous adoptons généralement dans nos expériences :

Main	12 à 15cc
Bras entier	30 à 40
Jambe entière	50 à 60
Bassin, thorax	60 à 80
Tête	60 à 80

Il faudra donc considérer, d'une part, la distance du modèle à la plaque ou son épaisseur, comme on voudra, puis ses dimensions. Plus l'objet à reproduire sera grand, plus on devra éloigner l'ampoule pour éviter d'abord les déformations, puis être sûr qu'il sera compris dans le champ d'éclairement, lequel s'étale au fur et à mesure de l'éloignement de l'ampoule.

Détermination de la durée d'exposition.

La durée d'exposition dépendra des facteurs suivants :

1° Puissance de la bobine et intensité du courant primaire;
2° Fonctionnement et régime de l'interrupteur;
3° Nature et éclairement de l'ampoule;
4° Distance de l'ampoule;
5° Nature et épaisseur de l'objet à traverser;
6° Sensibilité de la plaque photographique.

Examinons ces divers facteurs successivement, en insistant plus spécialement sur les points qui n'ont pas encore été abordés.

1° *Puissance de la bobine et intensité du courant primaire.* — Avec une bobine de puissance déterminée, il est incontestable que l'illumination de l'ampoule est fonction de l'intensité du courant primaire jusqu'à la limite que l'on ne saurait dépasser sous

(1) Cette observation est exacte dans son ensemble; mais, d'après leur genre de construction, certaines ampoules peuvent fonctionner à beaucoup plus courte distance et donner le même degré de netteté : ce sont, en général, celles de petit diamètre qui renferment une anode très réduite comme surface.

peine de danger, soit pour la bobine, soit pour l'ampoule. Les constructeurs sérieux indiquent toujours le nombre d'ampères et de volts que peut supporter l'appareil livré par eux; il ne faudra jamais dépasser les chiffres indiqués. Dans ces conditions, plus le courant sera intense, plus la pose sera réduite.

Voyons maintenant une autre question non moins intéressante : obtiendra-t-on des réductions du temps de pose proportionnelles à la puissance de la bobine, c'est-à-dire faut-il espérer avec des transformateurs de plus en plus puissants diminuer parallèlement la durée d'exposition. Cette question est fort délicate, car avec chaque bobine, et suivant la longueur d'étincelle, on est obligé de prendre des ampoules de plus en plus volumineuses, ampoules que l'on ne pourrait actionner avec un transformateur plus faible. Nous avons interrogé à ce sujet divers constructeurs, aucun d'eux n'a pu nous donner de réponse susceptible d'asseoir une conviction. Une bobine de 20^{cm} paraît, dans la généralité des cas, absolument suffisante, et, pour notre part, nous obtenons avec un modèle de ce genre les mêmes résultats qu'avec un matériel beaucoup plus puissant. Par contre, ce qui paraît certain, c'est que les progrès introduits dans la fabrication des ampoules ont plus fait, au point de vue de la netteté des résultats et de leur rapidité d'exécution, que l'emploi de transformateurs plus énergiques.

Quoi qu'il en soit, et nous basant sur ce qui vient d'être dit, on saura, une fois un type de bobine adopté, que la durée d'exposition est fonction de l'énergie du courant primaire. Avec une batterie fraîchement chargée, on pourra moins poser, toutes choses étant égales d'ailleurs, qu'avec la même batterie ayant déjà fonctionné quelque temps.

2° *Fonctionnement et régime de l'interrupteur.* — Nous ne reviendrons pas sur ce que nous avons déjà dit à propos du rôle capital de l'interrupteur. On doit sans hésitation donner la préférence à l'interrupteur à mercure à fréquence rapide et à ruptures nettes [1], ou à un interrupteur à rendement. Les variations du

[1] Il résulte d'expériences qui nous sont personnelles que certains types de bobines, contrairement à ce que nous avons dit, fonctionnent moins bien avec

poule, et que celle-ci devra être d'autant plus [illegible] distance du modèle à la plaque sera plus grande [illegible]

Voici les distances que nous adoptons gén[illegible] expériences :

Main.....
Bras entier.....
Jambe entière.....
Bassin, thorax.....
Tête.....

Il faudra donc considérer, d' [illegible] la plaque ou son épaisseur, [illegible] sions. Plus l'objet à reprod[illegible] l'ampoule pour éviter d'a[illegible] sera compris dans le c[illegible] à mesure de l'éloigne[illegible]

[illegible] cet examen, [illegible] si l'objet que l'on [illegible] procéder autrement. Sous

La durée [illegible] est une substance très transparente

1° Puis[illegible] place un écran fluorescent face en dessous.

2° Fa[illegible] dans la pièce et en plaçant contre cet écran

3° [illegible] à 45°, on apercevra l'image de l'objet à reproduire et,

4° [illegible] l'intensité de celle-ci, on tirera d'utiles indications sur la durée d'exposition à donner.

Pour éviter de faire l'obscurité dans la pièce, on peut construire, comme l'ont exécuté sur nos indications MM. Clément et Gilmer, un chercheur à réflexion qui permet de faire l'examen en plein jour.

4° *Distance de l'ampoule.* — Nous avons étudié cette question précédemment et nous n'y reviendrons pas. En règle générale, la

---

l'interrupteur à mercure qu'avec le trembleur de Neef. Ceci tient à leur construction, car elles ne comportent généralement qu'un petit nombre de galettes. Les modèles qui comprennent un très grand nombre de galettes et qui représentent la fabrication la plus soignée et la plus parfaite, peuvent être avantageusement utilisés avec l'interrupteur à mercure ou à rendement. La différence des résultats tient vraisemblablement à la différence de self-induction dans les deux types.

ion doit être d'autant plus prolongée que la dis-
le est plus grande.

sseur de l'objet à traverser. — Deux ques-
tantes. Les objets que l'on peut avoir à
t de différentes manières : les uns se
erser, les autres sont plus ou moins
ont tout à fait opaques. Dans chaque
n devra varier d'après les propriétés
e qui concerne sa reproduction
ats que l'on cherche.
les travaux spéciaux qui ont
produisons à ce sujet (*voir*
nt de MM. Battelli et Gar-
ers corps. Les auteurs ont
ce de l'eau aux rayons X.
cial des applications à la Médecine et à la
. Lucas et Thirion se sont occupés de déterminer
arence des divers antiseptiques ordinairement employés.
ils ont dressé le Tableau suivant qui est intéressant à consulter.

NOMS DES ANTISEPTIQUES.	DEGRÉ DE TRANSPARENCE.
Iodoforme	Opaque.
Sublimé corrosif	»
Dermatol	»
Permanganate de potassium	»
Phénol	Assez transparent.
Tannin	Transparent.
Acide borique	»
Naphtaline	»
Naphtol	»
Thymol	»
Salol	»

Une fois la transparence de l'objet étudié déterminée, il est évident que, toutes choses étant égales d'ailleurs, la durée d'exposition devra être d'autant plus augmentée que son épaisseur sera plus forte. Cette indication est assez vague; néanmoins nous ne

nombre des ouvertures et des fermetures du courant primaire que l'on obtiendra facilement au moyen du déplacement vertical du godet à mercure, et le réglage de la vitesse de l'interrupteur permettront de trouver immédiatement le régime le plus favorable et de le modifier, si nécessaire, en cours d'expérience.

3° *Nature et éclairement de l'ampoule.* — Certains types d'ampoules peuvent, *a priori,* être supérieurs aux autres au point de vue de l'intensité de l'éclairement. On ne pourra être édifié sur ce point particulier que par des expériences comparatives que l'opérateur soigneux devra forcément exécuter. Il faudra suivre fréquemment la marche de l'ampoule au moyen de l'écran fluorescent pour apprécier d'abord la pose qui paraît nécessaire et ensuite pour la modifier si, au cours de l'expérience, l'éclairement du tube présente des variations, soit dans un sens, soit dans l'autre. Ordinairement on se contente de faire cette vérification en plaçant l'écran ou le chercheur dans le voisinage de l'ampoule; cet examen, quelque peu approximatif, n'indique nullement si l'objet que l'on veut reproduire est traversé, aussi faut-il procéder autrement. Sous la table d'opération, dont le bois est une substance très transparente pour les rayons X, on place un écran fluorescent face en dessous. En faisant l'obscurité dans la pièce et en plaçant contre cet écran un miroir à 45°, on apercevra l'image de l'objet à reproduire et, d'après l'intensité de celle-ci, on tirera d'utiles indications sur la durée d'exposition à donner.

Pour éviter de faire l'obscurité dans la pièce, on peut construire, comme l'ont exécuté sur nos indications MM. Clément et Gilmer, un chercheur à réflexion qui permet de faire l'examen en plein jour.

4° *Distance de l'ampoule.* — Nous avons étudié cette question précédemment et nous n'y reviendrons pas. En règle générale, la

---

l'interrupteur à mercure qu'avec le trembleur de Neef. Ceci tient à leur construction, car elles ne comportent généralement qu'un petit nombre de galettes. Les modèles qui comprennent un très grand nombre de galettes et qui représentent la fabrication la plus soignée et la plus parfaite, peuvent être avantageusement utilisés avec l'interrupteur à mercure ou à rendement. La différence des résultats tient vraisemblablement à la différence de self induction dans les deux types.

durée d'exposition doit être d'autant plus prolongée que la distance de l'ampoule est plus grande.

5° *Nature et épaisseur de l'objet à traverser.* — Deux questions également importantes. Les objets que l'on peut avoir à reproduire se comportent de différentes manières : les uns se laissent complètement traverser, les autres sont plus ou moins translucides, d'autres enfin sont tout à fait opaques. Dans chaque hypothèse, le temps d'exposition devra varier d'après les propriétés spéciales du corps étudié, en ce qui concerne sa reproduction radiographique et d'après les résultats que l'on cherche.

Il est donc nécessaire de connaître les travaux spéciaux qui ont été faits sur cette question, et nous reproduisons à ce sujet (*voir* ci-contre, p. 96) un travail très intéressant de MM. Battelli et Garbasso sur le degré de transparence de divers corps. Les auteurs ont pris comme unité la transparence de l'eau aux rayons X.

Au point de vue spécial des applications à la Médecine et à la Chirurgie, MM. Lucas et Thirion se sont occupés de déterminer la transparence des divers antiseptiques ordinairement employés. Ils ont dressé le Tableau suivant qui est intéressant à consulter.

NOMS DES ANTISEPTIQUES.	DEGRÉ DE TRANSPARENCE.
Iodoforme	Opaque.
Sublimé corrosif	»
Dermatol	»
Permanganate de potassium	»
Phénol	Assez transparent.
Tannin	Transparent.
Acide borique	»
Naphtaline	»
Naphtol	»
Thymol	»
Salol	»

Une fois la transparence de l'objet étudié déterminée, il est évident que, toutes choses étant égales d'ailleurs, la durée d'exposition devra être d'autant plus augmentée que son épaisseur sera plus forte. Cette indication est assez vague; néanmoins nous ne

DEGRÉ DE TRANSPARENCE DE DIVERS CORPS (BATELLI ET GARBASSO).

SUBSTANCES.	DEGRÉ de transparence.	DENSITÉ.	SUBSTANCES.	DEGRÉ de transparence.	DENSITÉ.
Solides.					
Bois de sapin	2,21	0,48	Étain	0,118	7,16
Bois de noyer	1,50	0,68	Zinc	0,116	7,21
Paraffine	1,12	0,90	Étain	0,112	7,30
Gomme élastique	1,10	0,92	Fer	0,101	7,86
Cire	1,10	0,97	Nickel	0,095	8,28
Stéarine	0,94	1,06	Laiton	0,093	8,40
Charbon de bois tendre	0,90	1,16	Cadmium	0,090	8,54
Carton d'amiante	0,80	1,20	Cuivre	0,084	8,90
Ébonite	0,80	1,20	Bismuth	0,075	9,72
Carton ordinaire	0,80	1,24	Argent fin	0,070	10,53
Corne de bœuf	0,80	1,30	Argent fin à $\frac{800}{1000}$	0,063	11,08
Drap laine blanche	0,76	1,30	Plomb	0,055	11,35
» noire	0,76	1,30	Palladium	0,053	11,40
Celluloïd	0,76	1,32	Mercure	0,044	13,60
Os de baleine	0,74	1,36	Or	0,030	19,32
Étoffe de soie	0,74	2,40	Platine	0,0205	22,50
» de coton	0,70	1,38			
Charbon de bois dur	0,63	1,50	**Liquides.**		
Amidon	0,63	1,59			
Sucre	0,60	1,59	Oxyde d'éthyle (et or)	1,37	0,73
Os blanc	0,56	1,65	Pétrole	1,28	0,80
Magnésium	0,50	1,87	Alcool éthylique	1,22	0,81
Charbon de coke	0,48	1,80	Alcool amylique	1,20	0,82
Charbon de cornue	0,48	1,90	Huile d'olive	1,12	0,88
Colle forte	0,48	1,90	Benzine	1 »	0,99
Soufre	0,47	1,90	Eau	1 »	1 »
Plâtre	0,40	2,32	Acide chlorhydrique	0,86	1,16
Aluminium	0,38	2,65	Glycérine	0,76	1,26
Stéatite	0,55	2,70	Sulfure de carbone	0,74	1,29
Verre	0,34	2,70	Acide nitrique	0,70	1,37
Carbonate de chaux	0,33	2,72	Chloroforme	0,60	1,52
Antimoine	0,126	6,71	Acide sulfurique	0,50	1,84

croyons pas qu'il ait été encore établi de lois précises indiquant les variations de la pose suivant l'épaisseur du modèle.

6° *Sensibilité de la plaque.* — Plus celle-ci est rapide, plus la durée d'exposition pourra être courte; c'est une question que nous allons du reste étudier tout spécialement dans un instant.

En résumé, il nous faut reconnaître que la détermination du temps de pose avec des facteurs aussi variables, et dont quelques-uns échappent à toute mesure précise, sera surtout une affaire d'expérience et de pratique. Chacun, avec son matériel propre et après quelques essais, arrivera vite à une approximation assez grande. Cependant, comme nous tenons à éclairer toujours le lecteur dans ces questions si délicates, nous avons dressé le Tableau suivant qui représente la moyenne des temps de pose que nous réalisons journellement au laboratoire de la Salpêtrière.

TABLEAU INDIQUANT LA MOYENNE DES TEMPS DE POSE NÉCESSAIRES POUR OBTENIR DES RADIOGRAPHIES DES DIVERSES PARTIES DU CORPS HUMAIN.

Bobine de Ducretet donnant 20cm d'étincelle, marchant sous 16 volts et à une intensité de 3 à 4 ampères (8 accumulateurs). — Interrupteur à mercure A. Londe à grande fréquence. — Ampoule bianodique (moyen modèle). — Plaques Guilleminot.

PARTIE DU CORPS.	DISTANCE.	DURÉE d'exposition.
	centimètres.	minutes.
Main et poignet	10 à 15	1 à 2
Coude	20	3 à 5
Bras entier	40	5 à 10
Épaule	40	10
Pied	15 à 20	3 à 5
Genou	25 à 30	10 à 15
Jambe entière	50 à 60	15 à 20
Thorax	60 à 80	15 à 30
Bassin	60 à 80	15 à 40
Tête (de profil)	60 à 80	15 à 30
Tête (sens antéro-postérieur)	60 à 80	20 à 40

Les variations de la durée d'exposition indiquées dans le Tableau ci-dessus tiennent aux différences individuelles du sujet, dépendant de l'âge et de la corpulence. Dans l'état actuel de nos connaissances, les radiographies d'adultes sont toujours plus difficiles à obtenir, et notamment les cuisses et les bassins. Ces durées d'exposition peuvent d'ailleurs être encore réduites dans certains cas spéciaux et en vue de recherches particulières, mais nous nous sommes basé sur les temps nécessaires pour obtenir des clichés aussi complets que possible et offrant tous les détails du système osseux. Dans le cas de recherche de corps étranger où il suffit de

repérer la position de l'objet recherché par rapport aux os voisins, la durée d'exposition pourra être facilement réduite de moitié ou des trois quarts.

L'étude du Tableau précédent, faite uniquement en ce qui concerne les rapports des durées d'exposition nécessaires pour reproduire les diverses parties du corps humain, est instructive, car elle fait sentir les difficultés que l'on éprouvera vraisemblablement toujours pour obtenir des radiographies totales par une seule exposition. Certaines parties, les plus minces, seront impressionnées bien avant que les plus épaisses aient pu être traversées; il s'ensuit qu'elles auront un excès notable de pose, pendant que les secondes en manqueront plutôt. Le cliché présentera donc des différences d'opacité qui en rendront le tirage fort délicat si l'on ne veut rien perdre. Les difficultés ne sont pas insurmontables, car elles sont surtout d'ordre photographique, et l'opérateur connaissant bien son métier arrivera à les vaincre.

Nous nous sommes arrêté sur ce point particulier pour bien montrer que, dans l'application de la méthode Rœntgen, il faut associer dans la plus large mesure les ressources de la technique spéciale et celles de la technique photographique, la première ne pouvant donner tous ses résultats que si la seconde est exécutée d'une façon correcte, ce qui malheureusement n'arrive pas toujours. Nous n'avons jamais compris pourquoi, par suite d'un préjugé difficilement explicable, la Photographie était si peu considérée par les savants; pourquoi, quand ceux-ci se trouvent dans la nécessité de l'employer, ils ne la pratiquent, le plus souvent, que d'une façon par trop sommaire; la découverte de Daguerre et de Niepce n'est-elle pas d'ailleurs une des plus belles applications de la Physique et de la Chimie combinées, et pourquoi s'occuper de Photographie serait moins scientifique que de s'occuper d'Acoustique, d'Électricité ou de telle ou telle autre branche de la Physique ou de la Chimie?

La conclusion de cette remarque est que dans la Radiographie le côté technique qui ressort de la Photographie a la plus grande importance, et que le lecteur ne devra pas reculer devant les études spéciales nécessaires pour obtenir dans chaque cas particulier le résultat le plus complet.

Contrôle photographique de l'impression radiographique. — S'il est certain qu'avec un peu d'habitude on peut arriver parfaitement à apprécier la durée d'exposition à réaliser dans tel ou tel cas, il ne peut être mauvais d'avoir un contrôle efficace qui permettra, dans les opérations délicates et qui demandent une longue exposition, d'être assuré que l'on ne reste pas en dessous du temps nécessaire pour avoir le résultat cherché. Le procédé à employer consistera à exposer en même temps des plaques témoins, de tout petit format, recouvertes d'un écran présentant sensiblement la même opacité que le corps à reproduire. De temps en temps on développera une de ces plaques et l'on évitera ainsi bien des insuccès.

Opérations photographiques.

Nous avons maintenant à nous occuper des opérations photographiques proprement dites et à examiner quelles sont les préparations à employer et le meilleur traitement à leur appliquer pour obtenir les résultats les plus complets.

Choix des préparations photographiques. — D'après une communication que nous avons faite à l'Académie des Sciences (10 février 1896) et qui a été confirmée pleinement par divers opérateurs et, en particulier, par MM. Lumière, il ressort que les diverses préparations sensibles se comportent vis-à-vis des rayons X exactement comme à la lumière ordinaire. Il s'ensuit que les plaques les plus rapides que l'on emploie pour la Photographie instantanée seront les plus avantageuses. Tout progrès réalisé dans ce sens sera très apprécié en Radiographie.

La pratique montre que la plupart des préparations sensibles ont une tendance prononcée à voiler sous l'influence des rayons X : cet effet se produit surtout lorsque le modèle n'applique pas bien sur la plaque et que la durée d'exposition est quelque peu prolongée. Comme, d'autre part, les préparations les plus rapides du commerce ont toujours une légère tendance au voile, ces deux effets s'ajoutant, on obtient des négatifs désespérément gris, dans lesquels les contrastes qui devraient exister sont beaucoup trop atténués quand ils ne sont pas supprimés tout à fait.

Pour remédier à cet accident il faudra d'abord faire choix de plaques qui n'auront pas de tendance au voile : certains fabricants ont du reste modifié légèrement leur formule d'émulsion pour obtenir des négatifs brillants et exempts de voile. Il est recommandé également de ne pas augmenter plus qu'il n'est nécessaire la durée d'exposition ; en effet, plus celle-ci est considérable, plus les tendances au voile s'exagèrent, même avec des plaques considérées comme excellentes à tous points de vue. C'est un phénomène analogue à celui qui se produit en Photographie ordinaire : plus la pose est allongée, plus les contrastes s'atténuent, plus le négatif devient uniforme et sans valeur, le voile devenant inévitable au-delà d'une certaine limite.

En dehors du voile provenant d'une exposition prolongée et concurremment avec celui-ci, la plaque exposée se voile pour une autre cause. D'après les données actuellement acquises par la théorie, les radiations actives ne seraient pas sujettes aux lois de la réflexion et de la réfraction ; le voile ne pourrait donc être attribué à une réflexion normale sur le verre de la plaque, phénomène qui est bien connu en Photographie et qui constitue le halo ; mais il se produit dans l'air et les autres milieux une dissémination des rayons X qui est susceptible d'agir sur la plaque. Celle-ci se trouve disposée dans un milieu dont toutes les molécules sont illuminées par les radiations actives qui jouent vraisemblablement le rôle de centres ou de plages secondaires d'action radiographique.

Sans discuter davantage cette hypothèse, notons certains faits qui la rendent parfaitement admissible. Un objet formant écran absolument opaque est disposé sur la plaque, mais à une certaine distance de celle-ci. Avec une pose courte on obtient une silhouette de l'écran qui peut manquer de netteté à cause de sa distance à la plaque, mais la partie de la plaque qui correspond à la projection de l'objet est absolument respectée. Si l'on exagère la pose, il n'en est plus ainsi, les limites extrêmes de la partie préservée précédemment montrent un voile manifeste qui devient d'autant plus considérable que la durée d'exposition est prolongée, ce voile peut même envahir complètement toute la partie de la plaque qui théoriquement devrait être à l'abri de toute radiation active. On ne peut expliquer ce fait qu'en admettant une action indirecte et

en tous sens des molécules de l'air illuminées par les rayons X.

Une autre expérience des plus intéressantes et exécutée par M. Buguet appuie encore davantage cette hypothèse. L'auteur se propose de radiographier la serrure d'un meuble en bois, celui-ci ne pouvant être ouvert pour introduire la plaque à l'intérieur, ce qui ne présenterait aucune difficulté. La plaque sensible est appliquée extérieurement contre la serrure, la gélatine tournée vers celle-ci. Sur le dos du verre on applique une feuille de plomb de 3^{mm} à 4^{mm} d'épaisseur. Derrière cette feuille on place l'ampoule dont le rayonnement est dirigé vers la serrure. Le plomb formant un obstacle absolu, aucune action directe ne sera possible; mais les rayons X vont en dehors de la feuille de plomb atteindre le meuble, le traverser et se disséminer à l'intérieur. La plaque est alors impressionnée à travers la serrure et on en obtient la silhouette.

Cette expérience très élégante est d'une importance considérable pour la Radiographie, et elle nous amène à cette conclusion pratique qu'il faut mettre la plaque absolument à l'abri de l'action par dissémination. Celle-ci devra donc être protégée par une feuille de plomb qui en garantira le dos et la tranche. Lorsque l'objet à reproduire ne sera pas en contact immédiat avec la plaque, il sera recommandé de l'entourer d'une véritable ceinture de plomb qui évitera toute diffusion latérale. M. Buguet a pu, par ce procédé, résoudre certains problèmes, tels que reproduire le détail du mécanisme d'une montre ou l'intérieur du fusil Lebel.

Plaques spéciales pour la Radiographie. — Devant l'importance d'une nouvelle découverte qui occasionne une consommation considérable de plaques sensibles de grand format, les fabricants ont cherché à perfectionner ces dernières pour obtenir des durées d'exposition plus réduites, combattre le voile et augmenter les contrastes.

On a essayé d'abord d'exalter la rapidité des plaques; mais, de ce côté, les résultats acquis ne sont guère appréciables : en effet, dans l'état actuel de nos connaissances, on n'arrive à augmenter la sensibilité qu'en exagérant la tendance au voile; du reste, si l'on avait trouvé le moyen cherché, il y a longtemps que ces plaques seraient utilisées pour la Photographie ordinaire dans laquelle les plaques dites les plus rapides sont encore, dans bien des cas, insuffisantes.

Par contre, en modifiant légèrement la formule, mais en perdant un peu de sensibilité, on a pu obtenir des plaques qui conservent mieux les blancs et donnent des contrastes plus accusés. Elles pourront donc être employées avec avantage à condition d'augmenter quelque peu la durée d'exposition (1).

Dans le même but, on a mis dans le commerce des plaques à couche très épaisse ou à couches multiples avec cette pensée que la plus grande quantité de bromure à réduire en chaque point permettrait d'obtenir une intensité plus grande pour une même action des rayons X. Les résultats obtenus ne paraissent pas être suffisamment prononcés pour justifier le prix plus élevé de ces préparations et les difficultés de leur maniement. C'est ainsi qu'avec les plaques à couche épaisse le développement est prolongé d'une façon inusitée, le fixage également, ce qui retarde d'autant la connaissance du résultat obtenu; enfin le séchage lui-même a lieu dans des conditions de durée anormale, donnant la possibilité de l'apparition de certains accidents spéciaux, décollements, soulèvements, bulles, etc. On est conduit alors à effectuer un séchage rapide au moyen de l'alcool ou du formol.

MM. Lumière ont adopté le premier système; nous avouons que nous n'avons pas obtenu de ces plaques tout ce que nous pouvions en espérer; des soulèvements ou bulles ont été fréquents, soit pendant le fixage, soit pendant le lavage. L'emploi des plaques à couches multiples a été préconisé surtout à l'étranger. Les essais que nous avons tentés ne nous ayant pas donné satisfaction, nous avons fait préparer par deux fabricants très complaisants, MM. Perron et Guilleminot, des plaques à simple et double couche, de façon à faire des comparaisons rigoureuses. Comme résultat, la deuxième couche donne une très légère intensité supplémentaire mais qui ne justifie nullement, à notre avis, le surcroît de dépenses que l'emploi de ces plaques impliquerait.

En résumé, jusqu'à nouvel ordre, nous devons nous en tenir à

(1) MM. Graffe et Jougla viennent de mettre dans le commerce des plaques radiographiques spéciales qui sont tout à fait remarquables : elles donnent des clichés de grande vigueur, sans traces de voile et, détail très important, contrairement à ce que nous venons de dire, elles sont d'une exquise rapidité. Actuellement, elles sont supérieures à tout ce qui a été fait pour ce genre de travail.

l'emploi des plaques ordinaires du commerce en donnant la préférence à celles qui ont la plus grande sensibilité et le moins de tendance au voile. L'avantage sera cependant aux plaques radiographiques de MM. Graffe et Jougla qui nous ont permis de réduire notablement les temps d'exposition avec le même matériel que précédemment (*voir* Tableau). Voici, du reste, les indications complètes à ce sujet.

RÉDUCTION DES TEMPS DE POSE OBTENUE AVEC LES PLAQUES RADIOGRAPHIQUES GRAFFE ET JOUGLA.

PARTIE DU CORPS.	DISTANCE.	DURÉE d'exposition.
	centimètres.	secondes.
Main et poignet	10 à 15	15 à 30
Coude	20	1 à 2
Bras entier	40	3 à 5
Épaule	40	5
Pied	15 à 20	1 à 3
Genou	25 à 30	5 à 10
Jambe entière	50 à 60	5 à 10
Thorax	60 à 80	5 à 10
Bassin	60 à 80	5 à 10
Tête (de profil)	60 à 80	10 à 15
Tête (sens antéro-postérieur)	60 à 80	12 à 20

Emploi des écrans renforçateurs.

Comme plaques susceptibles de permettre la réduction du temps de pose, on a préconisé également des plaques recouvertes des deux côtés d'émulsion sensible (Seguy). L'auteur applique de chaque côté des écrans renforçateurs. Cette solution est particulièrement intéressante à étudier et doit nous arrêter un instant. Elle est basée sur l'emploi de deux couches sensibles séparées par le support de verre et, par suite, sur l'obtention de deux images au lieu d'une. Ces deux images, examinées par transparence, s'additionnent et donnent une intensité générale plus grande.

D'autre part, les écrans renforçateurs qui produisent, sous l'influence des rayons X, des radiations très puissantes susceptibles de réduire énergiquement les sels d'argent, produisent également un renforcement considérable de l'impression. L'avantage incontestable de ce dispositif opératoire est que, pour une même durée d'exposition, on obtient une intensité de cliché très supérieure, ou que, par une pose très réduite, on réalise encore l'impression suffisante pour donner le résultat cherché.

En principe donc, l'emploi des écrans renforçateurs est susceptible de permettre une réduction considérable de la durée d'exposition. Les écrans peuvent être constitués par diverses substances fluorescentes ou phosphorescentes; celles qui produisent des radiations violettes ou ultra-violettes donneront le maximum d'action.

MM. Battelli et Garbasso proposent de mettre derrière la plaque des substances fluorescentes et en particulier le platinocyanure de baryum. (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences,* 9 mars 1896.) M. Basilewski place l'écran fluorescent au-dessus de la plaque et face contre celle-ci. (*Comptes rendus,* 25 mars 1896.)

M. Seguy, ainsi que nous l'avons dit, emploie deux écrans au sulfure de calcium violet de Becquerel, l'un en dessus, l'autre en dessous. (*Comptes rendus,* 26 octobre 1897.)

Le seul inconvénient actuel des écrans renforçateurs est qu'ils donnent à l'image un grain très prononcé qui en enlève toute la finesse et toute la délicatesse. S'il s'agit de grosses choses, fracture d'un membre, recherche d'un projectile ou d'un corps étranger de grandes dimensions, cela n'aura pas beaucoup d'importance, mais dans d'autres cas ce grain s'opposera d'une façon absolue à l'obtention de clichés satisfaisants. Néanmoins, le principe est acquis et, par des perfectionnements de la préparation des écrans, on arrivera à leur donner une action uniforme et continue.

L'emploi des plaques à double couche de chaque côté du support en verre proposé par M. Seguy peut, par contre, prêter à certaines critiques. Ces plaques ne se trouvent pas d'une façon courante dans le commerce; leur prix de revient est beaucoup plus élevé et, enfin, leur maniement dans les divers bains est particulièrement délicat.

D'autre part, le verre constituant un obstacle relatif à la pénétration des radiations actives, la seconde couche ne sera réduite et ne constituera un appoint sérieux à l'intensité totale de l'image que si la pose a été suffisante pour que le verre ait été traversé. Si l'on reste en dessous de cette limite, l'impression sera insuffisante ou nulle.

Au lieu d'employer la plaque de verre couverte d'émulsion des deux côtés, il est, à notre avis, bien préférable d'utiliser les pellicules du commerce coulées des deux côtés (marque Graffe et Jougla). Dans celles-ci le support de celluloïd n'opposera aucun obstacle et la couche inférieure sera presque aussi impressionnée que la supérieure.

Un dernier inconvénient des plaques coulées des deux côtés est que, par suite de l'épaisseur du verre, les deux images n'ont pas sensiblement les mêmes dimensions; de plus, à cause de la distance qui les sépare, la reproduction sur papier ne se fera pas sans une certaine confusion et une perte inévitable de netteté. Avec les pellicules Graffe et Jougla il n'en est rien, et ces dernières nous semblent de beaucoup préférables. Par suite des observations que nous venons de faire à propos de l'épaisseur du verre, il sera indiqué, avec les plaques ordinaires à une seule couche, de superposer à celles-ci un écran renforçateur unique qui se trouvera donc intercalé entre l'objet et la plaque.

Pendant l'impression de cet Ouvrage, nous avons entrepris d'une façon méthodique l'étude de l'action des divers écrans renforçateurs et nous sommes arrivé à des résultats qui paraissent devoir éclairer tant soit peu cette question d'une si grande importance en Radiographie. Quelle est la valeur comparée des diverses substances proposées pour donner l'effet renforçateur? Quelle est la nature du trouble apporté aux images? Tels sont les points que nous avons dû examiner. Notons en passant que l'effet renforçateur des écrans est nié par certains opérateurs, mais que tout le monde paraît d'accord pour attribuer à la constitution cristalline de la couche le grain que l'on constate sur les clichés radiographiques.

Pour donner à nos expériences toute la rigueur possible, nous avons pris le parti de superposer sur la même plaque des bandes de

chacun des écrans considérés; de cette manière, toute cause d'erreur est évitée et les résultats obtenus sont absolument comparables.

Les cinq écrans que nous avons étudiés sont les suivants :

N° 1. Écran Kalbaum (sulfure?) (1).
2. Écran au sulfure de zinc, de Ch. Henry,
3. Écran au sulfure violet, de Becquerel,
4. Écran au platinocyanure de baryum (grain très fin),
5. Écran au platinocyanure de baryum (grain très grossier).

Ces cinq écrans exposés aux radiations de l'ampoule donnent des illuminations différentes.

N° 1. Violet très foncé,
2. Gris à peine visible,
3. Violet bleu clair,
4. Vert jaune,
5. Vert jaune.

Après extinction de l'ampoule, tous ces écrans s'éteignent, sauf le n° 2 qui est phosphorescent. Nous avons donc affaire à un écran phosphorescent et à quatre écrans fluorescents.

Avant chaque expérience, nous avons pris soin de laisser disparaître la phosphorescence de l'écran n° 2 ou, plus simplement, nous l'éteignons par une exposition de quelques instants à la lumière rouge. Ce procédé est très pratique pour éteindre les écrans analogues à ceux de M. Ch. Henry. Les cinq écrans sont alors disposés sur une plaque photographique, couche contre couche, en conservant une partie de celle-ci à nu, de façon à servir de témoin et à montrer les résultats obtenus sans écran. On expose alors le tout pendant quelques instants sous un modèle quelconque, la main par exemple, et l'on procède au développement.

On constate immédiatement des différences considérables entre l'intensité de l'image normale et celle des autres parties se trouvant sous chaque écran. Les uns donnent moins que la plaque normale,

(1) D'après l'aspect, cet écran est à base de sulfure fluorescent, mais nous n'avons pu obtenir que l'on nous communique sa composition.

les autres davantage. En partant de l'intensité la plus faible, on peut établir le classement suivant :

Écran au platinocyanure (grain fin).....	(4)
Écran au platinocyanure (grain fort).....	(5)
Écran au sulfure de Ch. Henry.....	(2)
Plaque sans écran.....	(6)
Écran au sulfure violet de Becquerel.....	(3)
Écran Kalbaum.....	(1)

La première conclusion de cette expérience est que les écrans au platinocyanure de baryum et au sulfure de zinc n'ont pas l'action renforçatrice qui avait été annoncée ([1]); au contraire, l'action des écrans aux sulfures fluorescents est indiscutable. Les opérateurs qui ont nié cette propriété n'ont pas eu entre les mains les écrans convenables. Si nous examinons maintenant les résultats obtenus au point de vue du grain de l'image, nos divers écrans se classent dans l'ordre suivant :

Plaque sans écran.....	pas de grain...	(6)
Écran au sulfure, de Ch. Henry.....	léger grain....	(2)
Écran au platinocyanure (grain fin).	grain nettement visible.....	(4)
Écran au platinocyanure (grain fort)	grain beaucoup plus prononcé.	(5)

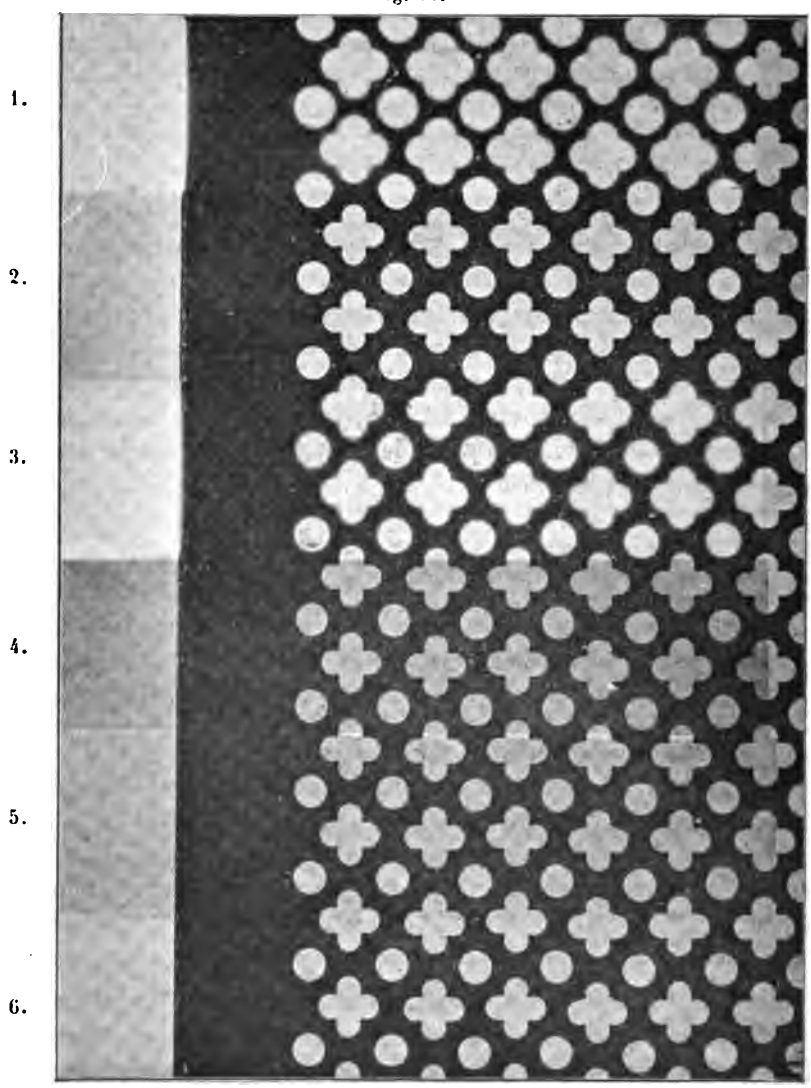
Quant aux écrans à action renforçatrice très nette (1 et 3), ils ne donnent pas de grain, mais un trouble de l'image particulier qui enlève toute netteté et toute finesse.

Comme conclusion de ces observations, nous constatons que les écrans qui donnent du grain ne sont pas compris dans ceux qui ont une action renforçatrice et que, au contraire, ceux qui augmentent réellement la réduction du sel d'argent apportent une autre cause de trouble que le grain. Ces faits n'avaient pas été signalés, croyons-nous.

([1]) A notre avis, ces résultats ne peuvent être généralisés *a priori*, il conviendra de faire de nouvelles expériences avec des écrans de provenances diverses, l'état physique ou chimique du corps employé pouvant amener des différences fort importantes au point de vue soit de la phosphorescence, soit de la fluorescence

Il importait alors de rechercher la cause de ce flou de l'image.

Fig. 58.



Rad. positive.

Démonstration de l'action des divers écrans.

A cet effet, nous avons reproduit un modèle de forme géométrique,

constitué par une grille métallique percée d'ouvertures égales : il est bien plus facile ainsi de rendre visible le phénomène étudié par la raison très simple qu'il va dénaturer les images des ouvertures par lesquelles la lumière est admise. En examinant en effet la *fig.* 58, nous voyons que toutes les ouvertures de la grille sont nettes et de mêmes dimensions dans les bandes 6, 5, 4 et 2, c'est-à-dire aux endroits où la plaque était à nu ou bien sous les écrans non renforçateurs. Au contraire, sous les bandes 3 et 1 les images des ouvertures sont considérablement agrandies et plus encore sous l'écran n° 1 qui a l'action renforçatrice la plus grande. Le trouble des images ne provient donc pas d'un grain, mais d'un étalement de l'image assez semblable au halo photographique. La réduction empiète, en effet, des parties les plus éclairées sur les parties les plus sombres, de telle sorte que l'intervalle qui sépare les ouvertures diminue très notablement. Si l'on avait à reproduire une grille très fine, les intervalles disparaîtraient complètement.

Ce phénomène n'est pas dû à une réflexion sur la face postérieure du verre, comme le halo photographique, car on l'obtient sur des plaques anti-halo, sur des pellicules, sur du papier sensible. Il s'agit d'un halo par diffusion, qui se produit toutes les fois qu'une source de lumière très intense agit à la limite d'une plage sombre. Cette variété de halo est proportionnelle à la durée d'exposition, ainsi que nous l'avons vérifié dans une autre expérience, où la plaque recevait des poses régulièrement croissantes. Il est dû uniquement à l'action des rayons fluorescents excités par les rayons X et non pas à ces derniers. En effet, l'augmentation de la pose ne permet pas de produire le phénomène, avec la plaque à nu ou les écrans non renforçateurs ; d'autre part, il suffit d'arrêter les rayons fluorescents pour voir disparaître de suite et l'effet renforçateur et les troubles qui l'accompagnent : une simple feuille de papier noir interposée entre l'écran et la plaque permet de faire cette démonstration ; partout où elle se trouve, les rayons fluorescents sont arrêtés et les images des ouvertures reprennent leurs dimensions et leur netteté normales : l'intensité redevient identique à celle obtenue sur la plaque à nu.

Comme conclusions pratiques, il nous paraît difficile d'employer les écrans renforçateurs si l'on désire obtenir de grandes finesses,

mais pour de grosses choses, fractures, recherches de projectiles, où la question de détail peut être négligée, ils rendront de réels services. Les bons écrans renforçateurs permettent, en effet, de réduire la durée d'exposition d'une façon très notable. C'est ainsi que maintenant nous effectuons les recherches de projectiles dans le crâne en moins d'une minute. Il sera d'ailleurs toujours recommandé d'opérer rapidement, les causes de trouble augmentant avec la durée d'exposition.

Des inconvénients des plaques.

Le seul inconvénient des plaques, que nous ne pouvons passer sous silence, c'est leur fragilité qui constitue un défaut sérieux lorsque l'on se sert de grands formats pour la reproduction de sujets lourds et peu faciles à remuer. Dans ce cas, le bris de la plaque, soit au moment de l'installation, soit pendant la pose, est toujours à craindre. On atténuera, dans une certaine mesure, les chances d'accident en faisant usage des châssis spéciaux présentant un fond rigide et bien dressé pour donner à la plaque une base d'appui complète. Cependant, comme les plaques du commerce sont rarement planes, un malheur sera toujours possible. D'autre part, les plaques de grand format coûtent très cher et il serait certainement avantageux d'employer un support autre que le verre.

Dans cet ordre d'idées, il est tout indiqué d'employer les pellicules qui, à l'heure actuelle, sont bien mieux fabriquées qu'autrefois. Avec elles on sera complètement à l'abri de l'insuccès que nous avons signalé; mais ce qui en interdit jusqu'à présent l'usage général, c'est leur prix de revient bien plus élevé que celui des plaques.

Au lieu de pellicules, on peut encore faire usage des papiers rapides au gélatinobromure d'argent, d'un emploi si courant aujourd'hui pour le tirage des négatifs à la lumière artificielle et pour les agrandissements. On devra chercher de préférence les papiers lisses et sans grain. Des nombreux essais que nous avons faits, il ressort que la plupart des papiers du commerce ont une tendance à donner des radiographies grises et sans contrastes suffisants, alors

même que dans l'usage normal ils ne présentent pas ces inconvénients [1]. Nous sommes encore là certainement en présence de phénomènes de diffusion des rayons X, phénomènes qui se produisent avec plus d'intensité que dans les plaques dont le support de verre constitue, dans une certaine mesure, un écran protecteur.

Emploi simultané de plusieurs couches sensibles.

L'usage de préparations dont le support est complètement transparent pour les radiations actives, comme le celluloïd, la gélatine ou le papier, permet d'impressionner en même temps un certain nombre de couches et d'obtenir d'un seul coup plusieurs clichés radiographiques. En pratique, cette manière de procéder pourra être avantageuse pour éviter des tirages subséquents : elle permettra de disposer de suite d'une ou plusieurs radiographies que l'on pourra examiner sans retard. C'est ainsi qu'à la Salpêtrière nous exposons généralement un papier et une plaque, le premier mis de suite à la disposition du médecin et la seconde conservée pour les usages ultérieurs qui pourront être nécessaires, publication, projection, etc.

Développement des négatifs radiographiques.

Il ne saurait entrer dans le cadre de cet Ouvrage de donner tous les détails de l'opération du développement; nous renvoyons le lecteur au Traité spécial que nous avons publié sur ce sujet [2].

Il est cependant une question générale que soulève la Radiographie et qu'il faut aborder. Doit-on faire usage de révélateurs énergiques ou faibles; le développement rapide est-il préférable au développement lent? Nous devons avouer que les opinions des auteurs sont absolument partagées. Si l'on considère que, très

---

[1] La maison Guilleminot, Roux et Cie fabrique un papier radiographique qui nous a donné de bons résultats. La maison Monckhoven nous a soumis dernièrement un papier spécial qui convient aussi parfaitement pour ce genre de travail.

[2] LONDE (A.), *Traité pratique du développement*. 3e édition. In-18 jésus, avec figures; 1898 (Paris, Gauthier-Villars et fils).

généralement, surtout lorsqu'il s'agit de modèles de grandes dimensions, d'épaisseur notable et reproduits à grande distance de l'ampoule, l'impression sera presque toujours faible, le cliché radiographique correspond au cliché manquant de pose, et, dans ce cas, le traiter comme un cliché instantané par un bain énergique et rapide nous paraît un excellent procédé. C'est ainsi, du reste, que nous opérons pour les négatifs les plus délicats à obtenir, crânes, thorax, bassins, cuisses, etc.

Nous utilisons, dans ce cas, le développement combiné au métol et à l'hydroquinone que nous considérons comme le plus pratique en l'espèce.

On prépare le bain suivant :

Eau distillée	1000cc
Sulfite de soude anhydre	150gr
Hydroquinone	7gr,5
Carbonate de potasse	40gr
Métol	5gr

Ce bain est préparé à chaud dans une capsule de porcelaine ou un récipient de tôle émaillée; on introduit successivement les divers produits dans l'ordre ci-dessus et en attendant chaque fois que le dernier soit complètement dissous. Lorsque l'on ajoute finalement le métol, il faut agiter le bain avec une baguette de verre pour faciliter la dissolution de cette substance qui, grâce à sa légèreté spécifique, a tendance à flotter à la surface. Ce bain est filtré et conservé pour l'usage. Il devra être employé dans cet état, et même chauffé légèrement pendant la saison froide ou lorsque l'on veut une action plus rapide et plus énergique. Après l'usage, il est reversé dans un récipient spécial qui constituera une réserve de bain mi-vieux, lequel sera utilisé dans tous les cas où l'on ne se trouvera pas en présence d'une sous-exposition.

Le développement doit être fait en agitant constamment le bain, afin de renouveler les parties du liquide en contact avec la plaque, et d'éviter la production des stries réticulées ou des marbrures qui se forment dans la couche lorsque la plaque reste en repos dans le bain; il doit être poussé à fond, c'est-à-dire que l'on ne doit craindre aucunement de prolonger l'action du révélateur au

delà des limites ordinaires. Il est bon d'examiner la plaque par le dos et de s'assurer si la couche est bien réduite dans toute son épaisseur : ce contrôle n'est que relatif, les différentes marques de plaques n'ayant pas la même épaisseur de gélatinobromure, les plus minces seront traversées plus facilement et les plus épaisses plus difficilement. Il faudra donc déterminer par l'expérience, avec chaque marque de plaque, le point où il sera préférable de s'arrêter.

En ce qui nous concerne, nous poussons nos clichés jusqu'à ce qu'il nous soit impossible de ne plus rien voir de l'image.

Le révélateur à l'acide pyrogallique, employé tel que nous l'indiquons pour le développement des clichés instantanés (voir *Traité pratique du développement,* p. 148), donnera les mêmes résultats, mais il a l'inconvénient de tacher les doigts de l'opérateur et, pour cette raison, nous préférons le développement au métol et à l'hydroquinone.

Certains opérateurs, partisans en Photographie ordinaire du développement lent pour les clichés instantanés, appliqueront le même procédé en Radiographie; pour notre part, nous n'avons jamais trouvé à cette manière de faire d'avantages suffisants pour nous engager à modifier notre conduite habituelle; cette méthode peut, *a priori,* conserver un peu mieux les contrastes, mais, comme il s'agit en l'espèce de négatifs sous-exposés, il est à craindre que l'intensité finale et la quantité de détails obtenus soient inférieures à ce que l'on peut obtenir par le développement rapide.

Dans toutes les hypothèses où la durée d'exposition est suffisante, on pourra employer les révélateurs peu énergiques, soit le bain de métol mi-vieux que nous conservons à cet effet, soit un révélateur quelconque manié d'une façon rationnelle comme pour le développement d'un négatif ordinaire ayant pleine pose.

Renforçage des négatifs. — Fréquemment, et malgré toutes les ressources du développement, on obtiendra des négatifs manquant de vigueur, ou ne présentant pas de contrastes suffisants. Il sera donc tout indiqué de pratiquer l'opération du renforcement. Le négatif une fois fixé et bien lavé, pour le débarrasser de toutes

traces d'hyposulfite de soude, est plongé dans le bain de bichlorure de mercure ainsi composé :

Eau ordinaire	1000cc
Bichlorure de mercure	25gr

Ce bain peut servir plusieurs fois tant qu'il n'a pas pris une teinte laiteuse. Le négatif blanchit rapidement, et il faut prolonger l'immersion d'autant plus que l'on recherche un renforcement énergique. On lave abondamment et l'on passe quelques instants dans l'eau ammoniacale :

Eau	1000cc
Ammoniaque	50gr

Il faut agiter constamment la cuvette pour obtenir une action égale. Le négatif noircit de suite et, après quelques minutes de séjour, on peut le retirer. On termine par un bon lavage et l'on met sécher dans un local sec et à l'abri de la poussière.

Si l'on est pressé d'effectuer le tirage, on met le négatif bien lavé dans de l'alcool rectifié; au bout d'un quart d'heure, on essore et l'on peut mettre sécher à une douce chaleur.

Pour toutes ces opérations, qui sont de la pure technique photographique, nous engageons le lecteur à consulter les Traités spéciaux.

Lecture des négatifs radiographiques.

Avant d'aborder la question du tirage des négatifs, il s'agit d'étudier un point important : c'est celui de la lecture des négatifs radiographiques, les conclusions de cet examen devant nous indiquer, dans chaque cas, les procédés de reproduction qui devront être employés.

Nous donnerons notre opinion personnelle, tout en indiquant celle d'autres opérateurs qui ne sont pas d'accord avec nous. Le lecteur appréciera et adoptera la solution qui lui paraîtra la plus logique.

Examinons tout d'abord si une radiographie doit être négative ou positive. En Photographie ordinaire, le négatif (c'est du reste

pour cette raison qu'il est ainsi appelé) présente des valeurs inverses de celles de l'original, les noirs représentant les blancs et réciproquement : d'où nécessité, pour avoir une image de l'original, d'exécuter une deuxième opération qui donne le positif; dans celui-ci les valeurs sont inverses de celles du négatif, par suite tout est remis en l'état. Quant au sens de l'image, on constate qu'il est retourné sur le négatif, la droite est à la gauche et réciproquement; par le passage au positif, l'image est remise dans son vrai sens.

Examinons ce qui se passe en Radiographie. Comme nous obtenons l'image des objets par suite de leur transparence plus ou moins grande ou de leur opacité, il s'ensuit que les divers objets fonctionnent comme des écrans, arrêtant plus ou moins les radiations actives. S'ils sont absolument opaques, la plaque restera vierge de toute impression; suivant leur translucidité plus ou moins grande, ils laisseront apparaître une réduction d'autant plus intense qu'ils opposeront un obstacle moins fort aux rayons X.

L'interprétation de ces résultats se fera sans difficulté sur le négatif radiographique qui donnera la gamme des intensités d'après les transparences relatives du modèle, le corps complètement opaque laissant une transparence absolue de la couche, aucune radiation active n'ayant pu le traverser.

Certains auteurs pensent que ce négatif ne correspond pas à l'expression de la vérité et qu'il est nécessaire de tirer une épreuve positive; dans celle-ci les résultats seront inverses et l'image d'un corps translucide sera d'autant plus faible que sa transparence sera plus grande, les corps complètement opaques donnant les images les plus intenses.

Avec notre savant collègue de Vienne, M. le Professeur Eder, nous penchons pour la première interprétation et croyons que le tirage du positif n'est nullement nécessaire, la reproduction du négatif devant se faire par l'exécution d'un fac-similé également négatif [1].

Si maintenant nous étudions le sens de l'image obtenue dans la

---

[1] MM. A. Imbert et H. Bertin-Sans partagent également cette opinion. (*Comptes rendus*, 25 mars 1896.)

Radiographie, d'autres considérations vont nous guider pour préférer la reproduction négative à la reproduction positive.

Plaçons à plat la main droite, par exemple, sur une feuille de papier sensible et exécutons la radiographie. Une fois ce négatif direct obtenu, examinons-le, il nous donnera la représentation d'une main droite. Si nous photographions la main par les procédés ordinaires, le positif seul reproduira celle-ci telle qu'elle était; juxtaposée à l'épreuve radiographique, cette épreuve permettra de comparer la même main photographiée et radiographiée. Supposons maintenant que, au lieu de faire la radiographie sur papier, nous l'ayons faite sur plaque et que nous tirions une épreuve positive, nous constaterons que celle-ci ne représente plus une main droite mais une main gauche; elle ne sera donc plus semblable et comparable à l'épreuve obtenue par la Photographie ordinaire. La conclusion de cette observation est que si la radiographie est bien dans le même sens sur le négatif sur papier sensible ou sur verre (examiné par le côté gélatine), il n'en est plus de même lorsque l'on utilise ce dernier pour l'exécution d'un positif sur papier.

Le positif sur papier tiré d'après le négatif radiographique est donc toujours inversé, et, si au lieu de faire l'examen sur le cliché directement on ne soumet au médecin ou au chirurgien que des épreuves positives, il sera nécessaire de les prévenir de cette inversion du sens de l'image qui peut dérouter singulièrement lorsque l'on n'est pas prévenu.

D'autres auteurs, et parmi ceux-ci M. Radiguet, prétendent que, contrairement à ce que nous venons d'exposer, le négatif radiographique est inversé et que l'épreuve positive est seule dans le vrai sens. Pour arriver à cette conclusion diamétralement opposée, ils estiment que l'œil de l'observateur doit être supposé placé derrière la plaque sensible et que, dans ces conditions, la main droite, supposée vue par la face interne, se présente comme une main gauche; que, par conséquent, l'épreuve positive qui donnera l'aspect d'une main gauche est cependant la reproduction de la main droite mais vue par la face interne. Malgré l'ingéniosité de cette explication, nous croyons que dans un procédé qui ne donne que des silhouettes sans indication d'aucun détail extérieur permet-

tant de savoir si la radiographie a été prise par l'une ou l'autre face, il faut représenter les objets dans la position qu'ils occupent sur la plaque, l'œil de l'observateur voyant naturellement la face supérieure.

Sans insister davantage sur cette question et en admettant, à la rigueur, que la lecture d'une radiographie, négative ou positive, ne dépende que d'une interprétation, il n'en reste pas moins acquis que le sens de l'image est chose plus importante et nécessitera l'exécution du fac-similé du négatif pour éviter ces figures que l'on voit dans certains Traités de Radiographie et où le même objet, photographié et radiographié, se trouve dans des positions alternées et non comparables.

En dernier lieu, on constate que le cliché original présente dans les blancs des détails souvent très délicats, qui disparaissent lors du tirage du positif par la traduction en noir plus ou moins foncé qui en est la conséquence. Cette dernière raison nous confirmera encore davantage dans notre opinion qui consiste à préférer l'épreuve radiographique négative. Du reste, pour éviter toute confusion, nous croyons qu'il serait bon d'indiquer, sous chaque planche, si elle est une radiographie négative ou positive. De cette manière aucune erreur ne sera possible.

D'ailleurs, pour bien fixer les idées du lecteur, nous mettons sous ses yeux (*fig.* 59) la photographie ordinaire d'une main de momie, puis les radiographies positive et négative de la même main. La radiographie négative est dans la position symétrique et la positive est inversée.

Une autre question importante que nous devons étudier maintenant est la suivante. Lorsque le modèle comporte divers plans, et c'est généralement le cas, quels sont ceux que la radiographie donnera de préférence, en reproduira-t-elle certains à l'exclusion d'autres, en un mot, quelle est la nature de l'image obtenue, quels en sont ses caractères? Prenons tout d'abord un exemple simple, une médaille d'aluminium, par exemple, que nous exposons sur la plaque à une distance déterminée de l'ampoule : la radiographie nous montrera l'image des deux faces enchevêtrées l'une dans l'autre, mais facilement reconnaissables; retournons la pièce et refaisons une autre expérience, nous obtiendrons un résultat ana-

logue, sauf l'inversion des images suivant leur position. Ces deux images seront donc semblables, avec cette nuance que l'impression

Fig. 59.

3 2 1

Lecture des radiographies (main de momie).

1, photographie ordinaire; — 2, radiographie positive; — 3, radiographie négative.

la plus nette correspondra toujours à l'image de la face qui est la plus rapprochée de la plaque (*fig.* 60).

Superposons une seconde médaille et recommençons l'expérience, nous obtiendrons la reproduction des quatre faces, mais avec plus de confusion. Dans les deux cas, la plaque photographique enregistre, en quelque sorte, les différentes épaisseurs du métal en chaque point déterminé, elle donne une image synthétique ou composite qui représente les divers plans. Ce résultat se rapproche, à bien des points de vue, de la conception de Herbert Spencer et de Francis Galton, réalisée depuis par M. Batut, qui avaient proposé de faire le portrait composite par la superposition de plusieurs photographies d'une même famille, d'une tribu ou d'une race.

La première conclusion de cette observation est que les radiographies d'un objet quelconque exposé par l'une ou l'autre de ses

faces offriront très sensiblement le même aspect, la partie la plus voisine de la plaque ayant seulement, dans un cas comme dans l'autre, une plus grande netteté, surtout si l'on opère à petite distance. Au fur et à mesure que l'ampoule est éloignée, ces différences de netteté entre les divers plans s'atténuent de plus en plus. Des expériences que nous avons faites sur un pied de squelette

Fig. 60.

Médaille d'aluminium radiographiée alternativement par l'une et l'autre face.

monté et sur une main de cadavre ne laissent aucun doute à ce sujet (*fig.* 61).

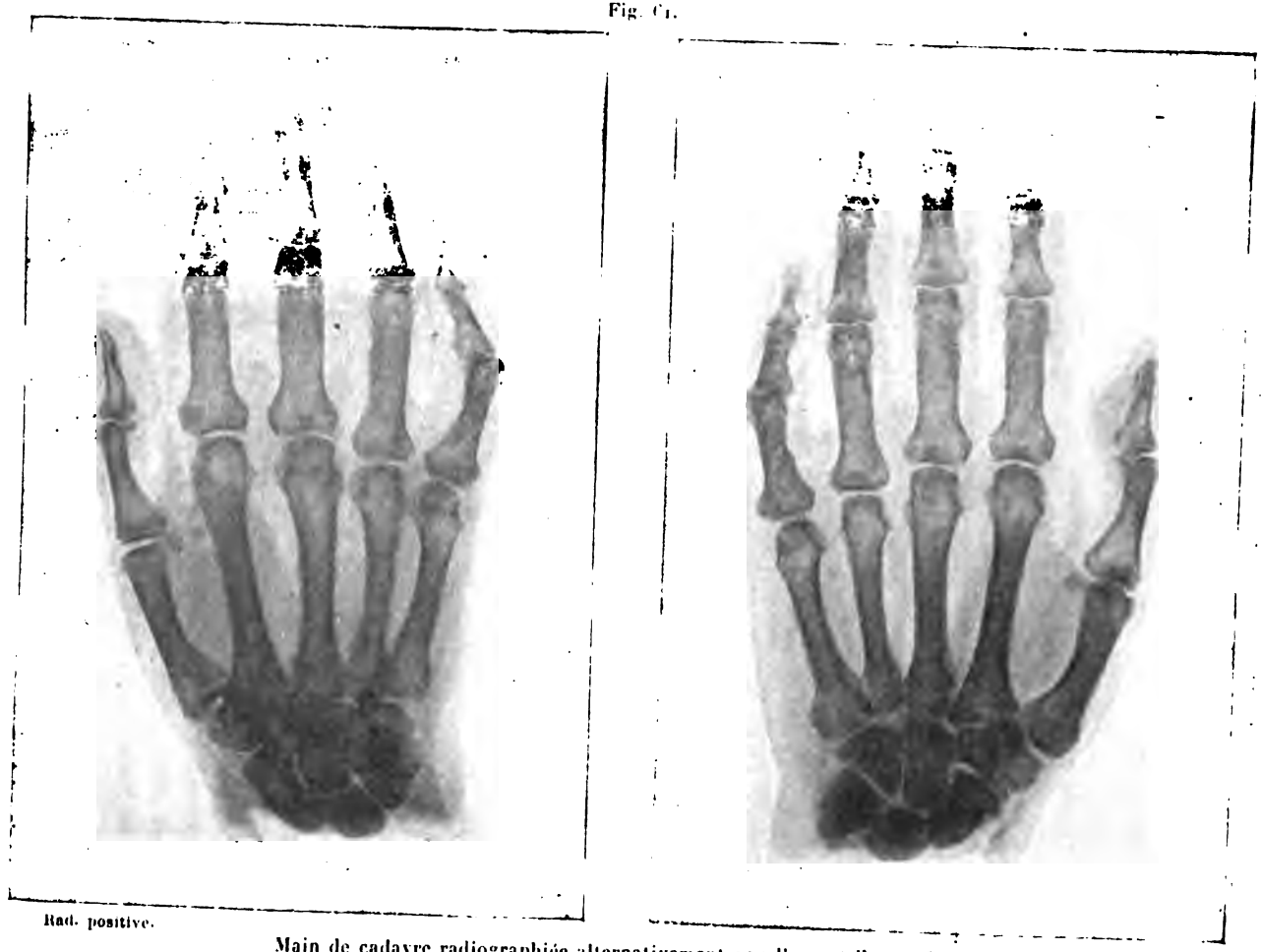
Un hémisphère du cerveau durci par l'acide azotique et placé soit sur une face, soit sur l'autre, nous a toujours montré les circonvolutions de la face externe et, superposée à elle, la couche optique. On a ainsi la projection de ce noyau géométrique sur la face externe du cerveau ([1]).

Sur des os volumineux la Radiographie donnera une image des couches composantes de l'os, qui en synthétisera la structure. Nous avons, pour cette expérience, scié la diaphyse d'un fémur d'acromégalique; la radiographie a été faite d'abord la face externe appliquée sur la plaque, puis la face de section reposant sur celle-ci, on a ensuite rapproché les deux parties et obtenu une dernière

---

([1]) LÉVI (L.) et LONDE (A.), *Nouvelle Iconographie de la Salpêtrière*, 1898.

Fig. 61.



Rad. positive.

Main de cadavre radiographiée alternativement par l'une et l'autre face.

épreuve : les trois clichés montrent parfaitement la structure interne de l'os, l'aspect diffère d'ailleurs entièrement des images obtenues par la Photographie ordinaire.

La conclusion de ces observations est que le modèle peut être indifféremment exposé par une face ou par l'autre, avec cette remarque qu'il y a toujours intérêt, au point de vue de la netteté, à disposer la partie intéressante le plus près de la plaque.

Si, pour une raison ou une autre, dans un modèle comportant plusieurs plans on désirait en quelque sorte en éliminer quelques-uns, on arrivera à ce résultat en opérant à courte distance. Seuls les plans très voisins de la plaque viendront avec netteté, les autres seront à peine indiqués par suite du flou qu'ils présenteront. Au contraire, désire-t-on avoir les plans avec une égale netteté, il faudra éloigner l'ampoule, et ceci d'autant plus que le modèle présentera plus d'épaisseur.

Multiplication des radiographies. — Si l'on veut exécuter des reproductions positives du négatif original, on emploiera les procédés classiques décrits dans les Traités spéciaux, soit le tirage aux sels d'argent, soit celui sur papier bromure.

Pour obtenir des fac-similés du négatif original, on tire d'abord un positif sur verre qui donnera au tirage sur papier un négatif dans le sens convenable. Ce positif pourra être de même taille, agrandi ou réduit; dans le premier cas l'opération se fera par le contact au châssis-presse; dans les autres, on utilisera une chambre à trois corps ou un dispositif spécial permettant l'agrandissement ou la réduction. C'est en faisant ce travail que l'on pourra améliorer considérablement le résultat final; par des modifications convenables du temps de pose, le choix des plaques et enfin la conduite du développement, on arrivera à augmenter les contrastes si cela est nécessaire. Nous trouvons, dans cette hypothèse, grand avantage à nous servir de plaques très lentes, telles que celles qui sont utilisées pour les projections; on obtient alors un positif beaucoup plus brillant, plus heurté que l'original, et les épreuves négatives exécutées d'après ce dernier seront bien supérieures au négatif original.

CHAPITRE III.

TECHNIQUE RADIOSCOPIQUE.

La Radioscopie consiste à examiner sur un écran fluorescent l'image donnée par les rayons X traversant le modèle en observation. Après tout ce qui a été exposé à propos de la Radiographie, notre tâche sera bien simplifiée, puisque la seule différence qui existe entre ces procédés est que dans l'un on conserve une image durable sur la plaque photographique, tandis que dans l'autre on ne reçoit qu'une image momentanée sur l'écran fluorescent. Le matériel est le même et la technique opératoire en tous points semblable.

Une seule remarque, c'est qu'en Radioscopie il est indispensable de réaliser la marche très rapide de l'interrupteur afin d'assurer l'éclairement continu de l'ampoule : en effet, si la cadence est trop lente, l'écran ne s'illumine que par intermittences et ces éclairs successifs fatiguent l'œil en rendant l'examen des plus délicats. Il est donc nécessaire d'augmenter le nombre d'interruptions du courant dans l'unité de temps, de telle sorte que la fluorescence de l'écran soit absolument permanente. C'est dans cette hypothèse que l'on reconnaîtra les avantages du réglage de l'interrupteur au moyen d'un rhéostat à curseur.

A un autre point de vue, et bien que toutes les ampoules donnant de bons résultats en Radiographie soient susceptibles également de bien fonctionner en Radioscopie, certains opérateurs préfèrent les ampoules de grandes dimensions actionnées par les bobines correspondantes (au moins 20^{cm} d'étincelle).

Voyons maintenant la nature et la composition des écrans fluorescents. On sait que divers corps ont la propriété de s'illuminer

sous l'influence de certaines radiations : cette propriété n'est autre que la *fluorescence;* celle-ci dure tant que les radiations agissent, elle cesse aussitôt après. D'autres corps présentent un phénomène analogue mais qui subsiste plus ou moins longtemps après la cessation de la cause déterminante : ce phénomène est la *phosphorescence*. La Radioscopie est basée sur l'emploi de substances fluorescentes qui sont plus particulièrement mises en activité par les rayons X. C'est du reste cette propriété qui a été le point de départ de la découverte du Professeur Rœntgen. L'illustre maître, en étudiant les phénomènes qui se produisent dans un tube de Crookes, vit s'illuminer une feuille de papier enduite d'une substance fluorescente qui se trouvait dans le voisinage. Il était sur la trace des radiations nouvelles dont il reconnaissait aussitôt après les propriétés photographiques et qu'il dénommait les rayons X (X *Strahlen*) en attendant qu'on fût fixé définitivement sur leur nature.

Le corps fluorescent employé par Rœntgen était le platinocyanure de baryum. Depuis, on a indiqué de nombreuses substances jouissant des mêmes propriétés : le platinocyanure de potassium (Jackson), les sulfures de calcium (Becquerel), de strontium, de zinc (Charles Henry), le tungstate de calcium cristallisé (Edison), etc., mais nous ne croyons pas que les résultats obtenus soient aussi complets qu'avec le platinocyanure de baryum. Par suite, et malgré son prix très élevé, c'est encore ce produit que l'on emploie généralement; c'est du reste pour cette raison que les écrans sont si chers.

Les écrans fluorescents sont fabriqués dans le commerce d'une façon très satisfaisante et nous croyons que le lecteur aura toujours plus d'avantages à se les procurer qu'à chercher à les faire lui-même. Néanmoins quelques indications à ce sujet peuvent être utiles. La substance choisie doit être réduite en poudre très fine et étendue sur un support aussi transparent que possible aux rayons X. Si la pulvérisation de la substance fluorescente n'est pas suffisante, la surface de l'écran présente un véritable grain qui gêne beaucoup pour les observations (1); les écrans de ce genre

(1) Il convient de faire remarquer que certaines substances, et en particulier le platinocyanure de baryum, perdent une grande partie de leurs propriétés fluorescentes si elles sont trop pulvérisées; il est nécessaire de ne pas détruire leur constitution cristalline.

sont de beaucoup inférieurs à ceux qui présentent une apparence continue.

Comme support, on adopte généralement le carton mince dont certaines qualités, absolument exemptes de toute impureté, sont d'une transparence à peu près complète. Pour maintenir sur le carton la substance fluorescente, on se sert d'une dissolution agglutinante qui est étendue d'une façon régulière. Aussitôt après, on saupoudre avec le corps choisi disposé dans un tamis à mailles très étroites. En secouant celui-ci, les parties les plus finement pulvérisées s'échappent seules et viennent recouvrir régulièrement l'écran. On laisse sécher, puis on enlève l'excès avec un blaireau doux. Comme substances agglutinantes, on a proposé la gélatine, la gomme arabique, le collodion riciné, le collodion à l'acétate d'amyle, le celluloïd, la gélatine, etc.

Emploi de l'écran fluorescent. — L'ampoule étant en plein fonctionnement et placée derrière l'objet à examiner, on applique l'écran sur ce dernier et l'on aperçoit de suite une image produite par la fluorescence qui se manifeste à des degrés variables d'après les transparences relatives du modèle aux rayons X. Les parties de l'écran qui sont atteintes directement par les radiations actives présentent le maximum d'éclat, celles qui correspondent aux diverses parties du modèle sont d'autant moins brillantes que la transparence spéciale de ces dernières est moins forte; enfin, dans les parties qui sont complètement opaques, la fluorescence ne se produit pas et l'écran reste sombre aux points correspondants. L'examen de l'image ainsi obtenue donne en définitive une projection du modèle, la différenciation de ses diverses parties constituantes étant produite par leur plus ou moins grande translucidité aux rayons X.

D'une manière générale, l'écran doit être placé aussi près que possible de l'objet à examiner; ceci résulte des explications que nous avons données précédemment (p. 90); il est du reste très facile de vérifier que plus on éloigne l'écran, plus l'image devient floue en même temps que ses dimensions apparentes augmentent. Inutile donc de revenir sur cette question.

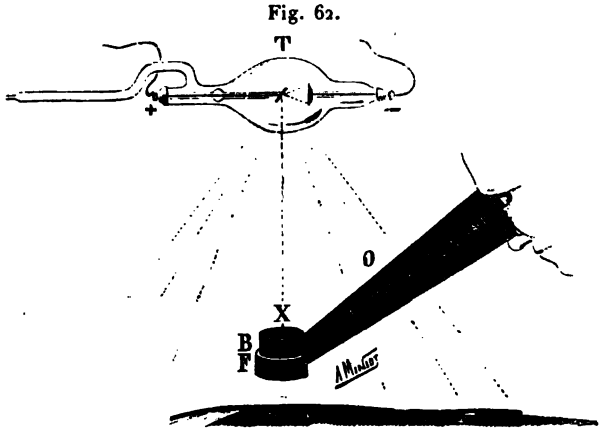
La fluorescence obtenue sur l'écran, quoique très vive, s'observe

difficilement en plein jour et il est indispensable de mettre les yeux de l'observateur à l'abri de toute lumière étrangère. Le procédé le meilleur consiste à opérer dans l'obscurité absolue; l'œil reposé percevra bientôt les moindres détails de l'image radioscopique. Pour réaliser ces conditions, il faudra non seulement opérer dans un local rigoureusement clos, mais encore masquer la lumière propre de l'ampoule, et celle produite par l'étincelle d'extra-courant lorsque l'on se sert de l'interrupteur ordinaire de la bobine.

Dans le premier cas, un morceau d'étoffe noire enveloppant l'ampoule remplira parfaitement le but cherché; on peut encore enfermer celle-ci dans une petite caisse hermétiquement close dont la paroi antérieure sera une simple feuille de papier noir. Dans le second, on recouvrira l'extrémité de la bobine d'un morceau d'étoffe opaque ou d'un couvercle de bois ou de carton.

Si l'on ne peut opérer dans l'obscurité, on emploiera un dispositif spécial qui mettra les yeux de l'observateur à l'abri de la lumière extérieure; ce dispositif consistera en une boîte formant chambre noire dont le fond sera constitué par l'écran et l'avant par

Fig. 62.



Chercheur Ducretet.

O, tube chercheur; — F, couvercle contenant l'écran fluorescent.

un ajustage épousant la partie supérieure de la figure. Dans ce cas, il sera inutile de masquer l'ampoule et l'étincelle d'extra-courant.

Les fluoroscopes de ce genre ne sont que l'amplification de l'ap-

pareil proposé par M. Salvioni (de Pérouse) peu de temps après la découverte de Rœntgen. Ce dernier consistait en un tube dont une des extrémités se fixait à l'œil et l'autre, portant l'écran fluorescent, était appliquée contre l'objet à examiner. A cause de la faible dimension de l'écran, il était nécessaire de promener celui-ci pour étudier une région déterminée du modèle.

M. Ducretet a modifié ce premier modèle pour l'utiliser à vérifier l'état de marche de l'ampoule et à contrôler l'étendue du champ éclairé. Cet appareil (*fig.* 62) constitue un chercheur des plus pratiques.

Dans le fluoroscope d'Edison, la seule différence consiste en ce que les dimensions de l'écran sont considérablement agrandies, ce qui permet, d'un seul coup d'œil, d'embrasser une surface beaucoup plus grande. Une boîte tronconique terminée par des œilletons et analogue à un stéréoscope constitue la chambre noire. Cet

Fig. 63.

Fluoroscope Ducretet.

appareil a été exécuté par divers constructeurs avec de très légères variantes. Nous pouvons citer en particulier les fluoroscopes de M. Ducretet (*fig.* 63) et celui de M. G. Seguy. Ce dernier, que

nous avons déjà décrit et qui fait partie de la *lorgnette humaine,* a cette particularité qu'il est constitué par un soufflet de chambre noire, ce qui le rend démontable pour le transport et, par suite, peu encombrant. MM. Clément et Gilmer construisent également un appareil du même genre.

Support spécial pour examen radioscopique. — Pour obtenir le maximum d'effet, il est indispensable que l'ampoule soit toujours en face de l'écran et, lorsqu'on doit faire couramment des examens radioscopiques, il peut être intéressant d'avoir un dispositif spécialement combiné à cet effet.

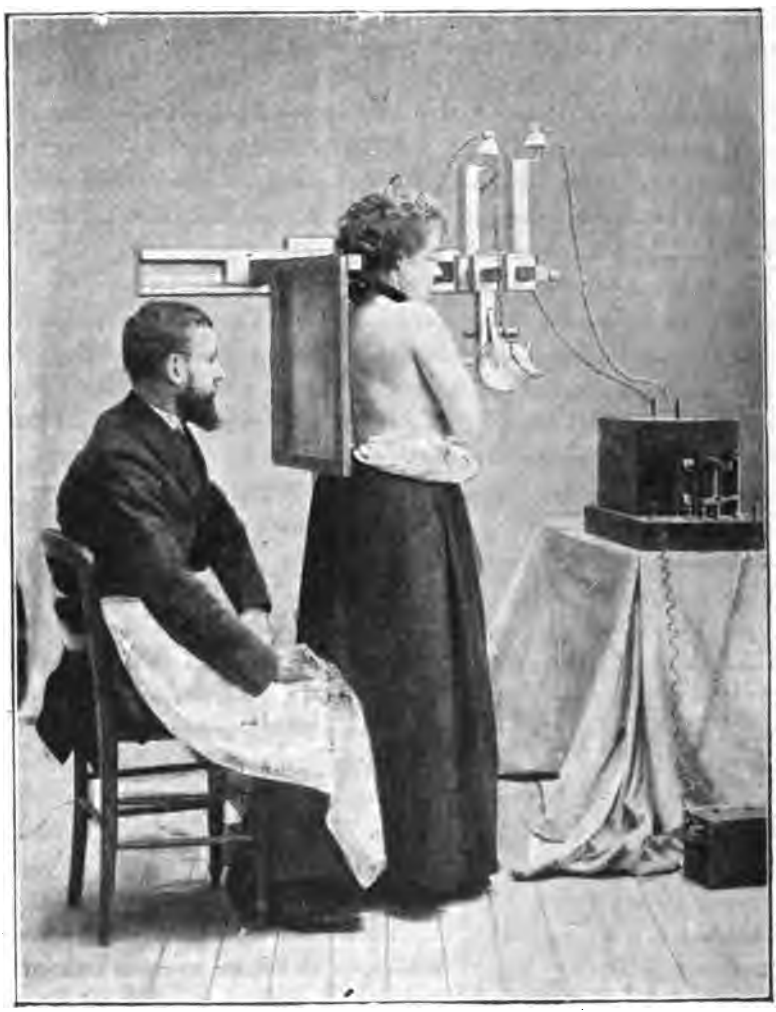
Nous nous servons du dispositif que nous avons décrit précédemment, mais nous remplaçons le support destiné à la Radiographie par un autre auquel viennent s'adapter deux bras horizontaux, l'un qui porte l'ampoule et l'autre l'écran; ces deux bras sont mobiles dans des coulisses de façon à pouvoir être rapprochés autant qu'il est nécessaire (*fig.* 64).

L'ensemble forme une sorte de fourche dans laquelle le sujet peut se placer facilement. D'après son épaisseur, on rapproche le support de l'écran de façon qu'il soit le plus près possible du corps, celui-ci étant également dans le voisinage immédiat de l'ampoule. Pour examiner successivement les diverses parties du corps, il suffit soit de faire déplacer le sujet latéralement, soit de monter ou de descendre la partie coulissante de l'appareil. Dans tous les cas, l'écran et l'ampoule étant fixés d'une façon immuable l'un par rapport à l'autre, on aura toujours le maximum d'éclairement. Pour examiner facilement les parties inférieures du corps, le sujet sera monté sur un petit tabouret. Ce dispositif a l'avantage de permettre l'emploi d'écrans de petites dimensions, ce qui est une considération sérieuse à cause du prix élevé de ces derniers.

On a fait dans le commerce des écrans de taille suffisante pour examiner un sujet en entier, mais leur valeur en interdit l'usage à la plupart; de plus, il sera toujours nécessaire de pouvoir élever ou abaisser l'ampoule pour l'examen de chaque partie successive; on sait, en effet, que pour illuminer un écran de $1^{m},80$ de hauteur il faudra l'éloigner suffisamment de l'ampoule pour que celui-ci soit compris dans la zone éclairée. L'intensité obtenue en chaque

point sera beaucoup plus faible que si l'ampoule était placée le

Fig. 64.



Support radioscopique A. Londe.

plus près possible de l'objet à étudier, et l'examen sera loin d'être aussi facile et aussi complet.

Table clinique du Dr de Bourgade. — Le support précédent convient parfaitement pour l'examen radioscopique d'un sujet

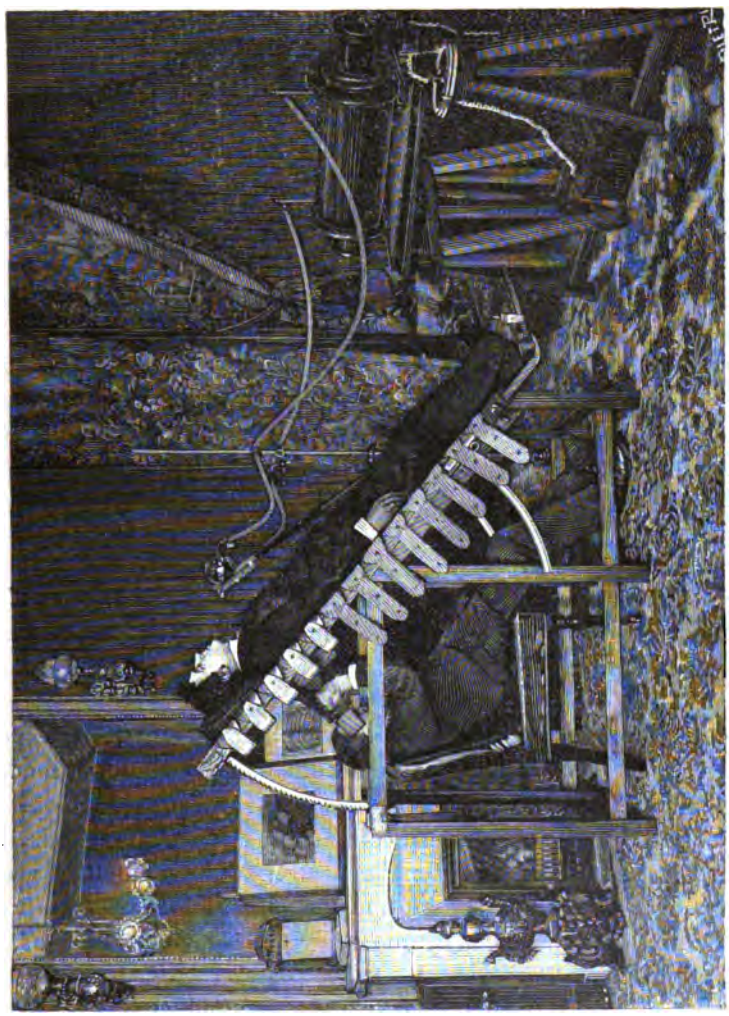


Fig. 65. Table clinique du Dr de Bourgade.

normal ou susceptible de garder la station debout; lorsque le malade ne peut se lever, on pourra utiliser une table spéciale comme celle qu'a proposée M. le Dr de Bourgade (*fig.* 65). Un bâti de bois supporte un cadre oscillant garni de sangles et destiné

à recevoir l'individu à examiner. Une planchette garnie de pédales empêche le corps de glisser; des appuis-cuisses, des supports et des oreillers mobiles complètent cette installation. L'opérateur se plaçant dans le cadre fixe peut alors facilement pratiquer l'examen radioscopique au moyen de la lorgnette. Pour éviter tout obstacle susceptible d'altérer l'image, on peut enlever une ou deux sangles à l'endroit intéressant, les autres étant en nombre suffisant pour supporter le malade. En dessous du plateau est ménagée une glissière qui permet de recevoir un châssis photographique.

Cet appareil nous paraît très bien compris et il aura sa place tout indiquée dans les cliniques.

Résultats radioscopiques.

L'avantage de la Radioscopie est de montrer instantanément l'image de l'objet examiné et, *a priori*, il semblerait que son emploi plus simple et plus immédiat devrait la rendre dans tous les cas préférable à la Radiographie. Il n'en est rien cependant, ainsi que nous allons le montrer.

La fluorescence nécessaire pour faire un examen rigoureux n'est obtenue que si l'ampoule est à son maximum de puissance; dans tous les autres cas l'écran ne s'illuminera que d'une manière insuffisante et la perception de l'image sera difficile. D'autre part, en supposant le fonctionnement de l'ampoule aussi parfait que possible, les résultats obtenus dépendront de l'épaisseur du modèle à examiner. En nous reportant toujours au corps humain, les mains, les bras peuvent être étudiés facilement, les pieds, les jambes moins bien. Si nous arrivons au thorax, les difficultés vont commencer; elles augmentent pour les cuisses et le bassin; quant au crâne, il se laissera à peine deviner. Dans ces conditions, et nous parlons par expérience, l'examen sera souvent très délicat, certains détails échapperont, et si l'on se contente de cette méthode d'investigation, le résultat pourra être considéré comme négatif, alors que certains désordres de l'organisme, certaines lésions, n'auront pas été perçus, non parce qu'ils n'existaient pas, mais bien par suite de l'insuffisance de la méthode.

L'application de la Photographie présente sur l'examen direct un avantage indéniable : c'est que, par l'augmentation judicieuse du temps de pose, les faibles intensités s'additionnent et finissent par laisser une impression assez vigoureuse qui est le résultat de cette accumulation de radiations trop faibles isolément pour exciter la plaque fluorescente. Étant donné un objet d'opacité déterminée, la faible intensité des radiations qui le traversent ne sera jamais perceptible pour l'œil, si celui-ci n'a pas été affecté de suite ; aussi prolongé que soit l'examen, ce résultat ne sera pas modifié. Au contraire, sur la plaque photographique, ces impressions, grâce à une augmentation suffisante de leur durée d'action. finissent par agir énergiquement en s'ajoutant les unes aux autres.

On peut même se demander s'il y a réellement des corps qui soient un obstacle absolu pour les rayons X. On conçoit qu'il suffise d'une intensité plus grande des radiations ou d'une plus longue exposition pour qu'ils soient traversés et la plaque sensible impressionnée. Nous constatons la réalité de cette assertion dans la pratique ; les parties du corps les plus épaisses, qui sur l'écran équivalent pour notre œil à une opacité presque complète car la quantité de rayons qui les traversent est trop faible pour exciter la substance fluorescente, finissent par être traversées si l'on augmente la durée d'exposition ; c'est ainsi que l'on peut actuellement obtenir des radiographies du thorax, du bassin, du crâne. C'est également pour ces raisons que nous avons posé en principe que l'exposition doit être d'autant plus prolongée que l'objet à reproduire est plus épais.

Un autre avantage capital de la Radiographie est de laisser une image durable de l'objet examiné, image qui pourra être étudiée à loisir, comparée à d'autres et enfin reproduite s'il est nécessaire pour l'illustration des publications spéciales. Ce sont là les qualités maîtresses de la Photographie qui trouvent leur application générale en Radiographie comme dans toutes les autres sciences.

Par contre, la Radioscopie permettra de suivre les déplacements du squelette dans les divers mouvements, d'étudier le jeu des articulations, de suivre le fonctionnement de certains organes. Cette analyse, qui peut donner d'importants résultats en Physiologie, n'est cependant possible que si les mouvements sont relativement

lents, sans cela ils ne seraient pas perçus par notre organe de vision. Par suite, et lorsque les procédés opératoires se seront perfectionnés, la Photographie interviendra très vraisemblablement à nouveau pour fixer les phases fugitives de ces divers mouvements; rien ne dit que nous ne pourrons pas bientôt réaliser la Radiographie instantanée : ce jour-là on appliquera avec grand profit les méthodes générales de la Chronophotographie.

Notre conclusion est que la Radioscopie et la Radiographie devront être pratiquées conjointement et non pas l'une seulement à l'exclusion de l'autre. L'examen radioscopique sera effectué le premier et, s'il donne un résultat probant, il sera inutile d'aller plus loin, à moins que pour une raison ou une autre on n'ait intérêt à garder une trace durable des résultats entrevus sur l'écran, auquel cas on pratiquera la Radiographie. C'est ainsi que dans les parties minces du corps on découvrira facilement des corps étrangers ou des lésions osseuses (luxations, fractures, etc.). Mais de ce que l'on n'aura pas constaté sur l'écran ce que l'on espérait trouver, il ne faut pas conclure par la négative et en rester là : il est au contraire de toute nécessité de faire une radiographie qui pourra montrer, ainsi que nous l'avons expliqué plus haut, ce qui avait échappé à l'examen direct.

Qu'on nous permette, à ce propos, de reproduire deux observations que nous avons faites à la Salpêtrière et qui sont particulièrement intéressantes au point de vue qui nous occupe.

M. le Dr X..., qui avait été blessé à la main par un coup de feu et qui supposait avoir conservé quelques plombs, nous prie de le radiographier. Sur le cliché nous apercevons nettement un grain de plomb situé entre les deux premiers métacarpiens. Sûr de l'existence du corps étranger et désireux de montrer l'examen radioscopique à quelques personnes présentes, nous plaçons la main sur l'écran. A notre grande surprise, le grain de plomb était si peu visible que nous ne pouvons l'entrevoir qu'un instant et aucun des assistants ne l'aperçoit, bien que nous indiquions la place exacte où il était logé.

Mme L... est envoyée à notre chef, M. le Professeur Raymond, par le service de Chirurgie d'un des hôpitaux de Paris. La malade a deux doigts, l'index et le médius, tellement gonflés que l'on se

demandait s'il ne s'agissait pas d'un cas particulier d'acromégalie localisée. L'examen pratiqué à la Salpêtrière ne tranche pas la difficulté et la malade nous est, un peu en désespoir de cause, envoyée à la Radiographie pour voir si quelque lésion osseuse n'existerait pas. L'examen radioscopique ne nous révèle rien d'anormal; nous faisons alors la radiographie et trouvons dans le voisinage de la première phalange du pouce un fragment d'aiguille mesurant 1^{cm} environ. Nous demandons alors à la malade si elle n'a pas souvenir de s'être introduit par mégarde une aiguille dans la main, si elle ressent une douleur à l'endroit correspondant. Les deux réponses sont négatives. Dans ces conditions, on aurait pu chercher longtemps avant de soupçonner la cause véritable des accidents dus à l'introduction d'un corps étranger à l'insu de la malade et sans qu'elle en ressentît aucune gêne. A la suite de cette révélation, la malade est examinée à nouveau à l'écran et, bien que la position de l'aiguille soit absolument connue de nous, il nous est impossible de la voir.

Dans les deux expériences, radioscopie et radiographie, c'est la même ampoule qui fonctionnait et, quoiqu'elle n'ait pas donné le renseignement sur l'écran, elle a pu en moins de deux minutes imprimer sur la plaque photographique la position du corps étranger sans qu'aucun doute soit possible.

Écrans phosphorescents.

La phosphorescence de certains corps, et en particulier du sulfure de zinc, a été étudiée par M. Ch. Henry. L'auteur, dont les travaux originaux ont contribué pour une grande part à l'emploi des écrans renforçateurs, a proposé d'obtenir sur son sulfure de zinc des images radiographiques qui seraient visibles de suite et ne nécessiteraient aucun traitement spécial comme les plaques photographiques. Cette idée est très intéressante à retenir et elle peut, en pratique, être utilisée dans certains cas. Il est seulement nécessaire de donner une exposition suffisante pour exciter le sulfure de zinc qui devient d'autant plus phosphorescent que cette dernière est prolongée; il faut également faire l'examen de suite

(dans l'obscurité, bien entendu), car la phosphorescence diminue rapidement. Lorsque celle-ci est éteinte, on peut utiliser à nouveau la plaque à sulfure de zinc et ceci indéfiniment [1].

Si l'on arrive à obtenir des substances de cette catégorie susceptibles de s'exciter suffisamment par une courte exposition, l'écran phosphorescent pourra dans bien des cas être substitué à la plaque photographique. On pourra encore combiner son emploi avec celui des préparations à support transparent pour les rayons X; en superposant à l'écran phosphorescent un papier rapide au bromure ou une pellicule photographique, on aura l'avantage d'obtenir immédiatement le résultat, le cliché radiographique pouvant ensuite être développé et conservé pour les usages ultérieurs.

La méthode de M. Ch. Henry permet en quelque sorte de fixer l'image radioscopique et, à ce titre, elle devait être signalée d'une façon particulière.

---

[1] Pour éteindre la phosphorescence, on peut encore employer la lumière rouge, ainsi que nous l'avons signalé à l'Académie des Sciences (*Comptes rendus* du 6 juin 1898). Il suffit de recouvrir l'écran d'un verre rouge et de l'exposer pendant quelques instants à une vive lumière.

SECONDE PARTIE.

APPLICATIONS DE LA RADIOGRAPHIE.

CHAPITRE I.

APPLICATIONS AUX SCIENCES MÉDICALES.

Dans cette Partie de notre Ouvrage nous allons décrire les principales applications qui ont été faites de la découverte de Rœntgen dans le domaine de la Médecine et de la Chirurgie, applications qui ont aujourd'hui une importance qu'on ne saurait plus nier (1).

Lorsque le savant Professeur annonçait qu'il avait obtenu la première radiographie d'une main vivante, il ouvrait de nouveaux horizons à tous ceux qui ont pour mission de soigner et de guérir notre pauvre humanité. Ces rayons qui traversent le corps malade permettent, en quelque sorte, de pénétrer à l'intérieur de notre organisme et de voir ce qui s'y passe.

Cette merveilleuse découverte a eu le plus grand retentissement que l'on puisse imaginer et, il faut le dire avec sincérité, c'est grâce aux informations si promptes de la presse politique que les lecteurs ont été journellement tenus au courant des progrès qui se sont succédé rapidement. La presse scientifique, après avoir gardé pendant quelque temps un silence prudent, daigna s'occuper à son tour des fameux rayons X qui, soit au point de vue théorique,

(1) Notre intention n'est pas de faire un relevé général des observations médicales déjà publiées sur le sujet, nous voulons simplement donner les applications principales de la méthode qui indiqueront à l'homme de l'art les voies particulières dans lesquelles ses recherches auront chance d'aboutir.

soit au point de vue pratique, ont produit une recrudescence de travaux originaux et d'applications nouvelles.

Les premiers résultats publiés laissaient beaucoup à désirer sous le rapport de la netteté; on n'obtenait que des silhouettes très floues qui ne constituaient pas, à proprement parler, des images; la désignation d'*ombres radiographiques* adoptée à cette époque indiquait bien leur nature tant soit peu indécise. De plus, pour obtenir ces résultats, totalement insuffisants du reste, on devait employer des durées d'exposition considérables; dans le début, il fallait au moins une ou deux heures, suivant le matériel employé, pour fixer l'ombre radiographique de la main. Dans celle-ci, les chairs plus transparentes laissaient se détacher les os en plus foncé.

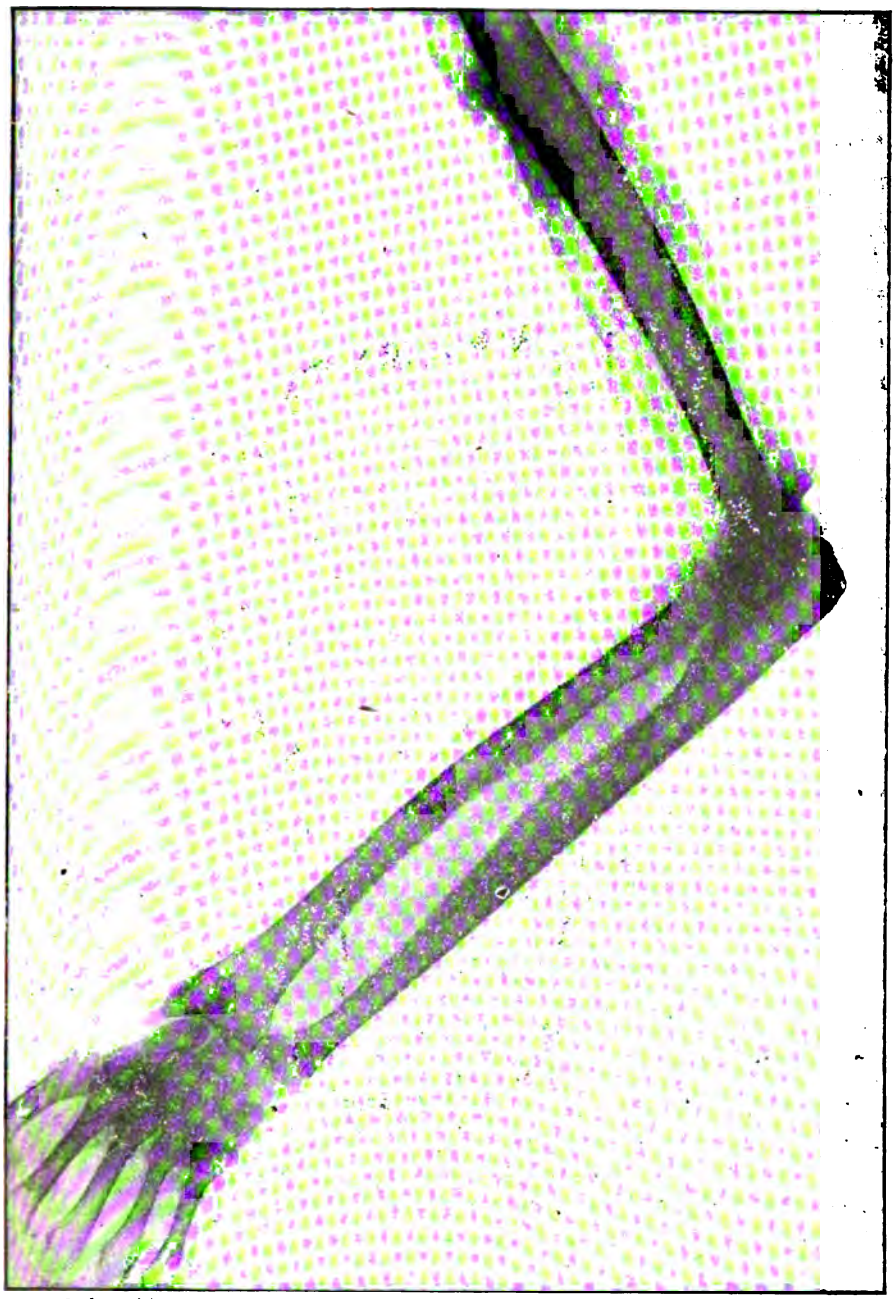
On serait resté à ce point que les applications aux Sciences médicales n'auraient pu se développer, d'abord à cause de l'insuffisance de définition des images obtenues, et puis à cause des temps de pose considérables qui étaient nécessaires et qu'on ne pouvait imposer à des malades. En se basant, en effet, sur les rapports de temps de pose que nous réalisons aujourd'hui pratiquement, s'il fallait une heure pour la radiographie d'une main, il eût été nécessaire de poser vingt heures au moins pour la reproduction d'un thorax, d'un bassin ou d'un crâne.

Mais, ainsi que nous l'avons expliqué dans la première Partie de cet Ouvrage, et principalement grâce aux progrès réalisés dans la fabrication des ampoules, on a pu, d'une part, augmenter la netteté et, de l'autre, réduire la durée d'exposition. Les résultats obtenus ne sont plus des silhouettes mais de véritables images dont la finesse, dans certains cas, est aussi grande qu'on peut le désirer (*fig.* 66).

Dans ces conditions, la pratique de la Radiographie est devenue d'une telle importance en Médecine et en Chirurgie, que tout praticien éclairé ne veut plus se passer des renseignements qu'elle donne; non pas qu'elle puisse s'appliquer encore dans tous les cas, il y a encore bien des lacunes à combler, bien des progrès à réaliser, néanmoins le terrain conquis est déjà assez vaste pour justifier sa nécessité dans la pratique journalière. L'étude que nous allons faire va le prouver, nous l'espérons, d'une façon surabondante.

Reprenant l'expérience fondamentale de Rœntgen, la Radiogra-

Fig. 66.



Rad. positive.

Bras de cadavre.

phie va nous donner sur la formation des os, sur leur constitution, sur leurs modifications pathologiques, des renseignements de grande valeur.

Formation du système osseux.

En prenant un certain nombre de radiographies sur des sujets normaux d'âges différents, on pourra suivre d'une manière très précise la formation du système osseux. Ces études exécutées sur le vivant et qui ne sont pas susceptibles d'altérer les positions respectives des os, compléteront les travaux déjà faits sur la question, grâce à la dissection, mais dans lesquels certaines erreurs peuvent se produire malgré toute l'habileté de l'opérateur. Nous donnons un certain nombre de dessins exécutés d'après des radiographies de M. Ducretet et qui montrent l'état du système osseux à divers âges (*fig.* 67).

Cette méthode aura une importance capitale en Médecine légale, car elle permettra, sans altérer en quoi que ce soit le corps d'une victime, d'en déterminer l'âge avec grande précision, surtout dans la période où la croissance n'est pas terminée. En appliquant ce procédé, nous avons pu, avec notre excellent ami, M. le Dr Paul Richer, reconnaître qu'une main de momie qui nous avait été rapportée d'Égypte, avait appartenu à un enfant âgé de huit à neuf ans. (*La Nature,* 17 juillet 1897, voir *fig.* 59.)

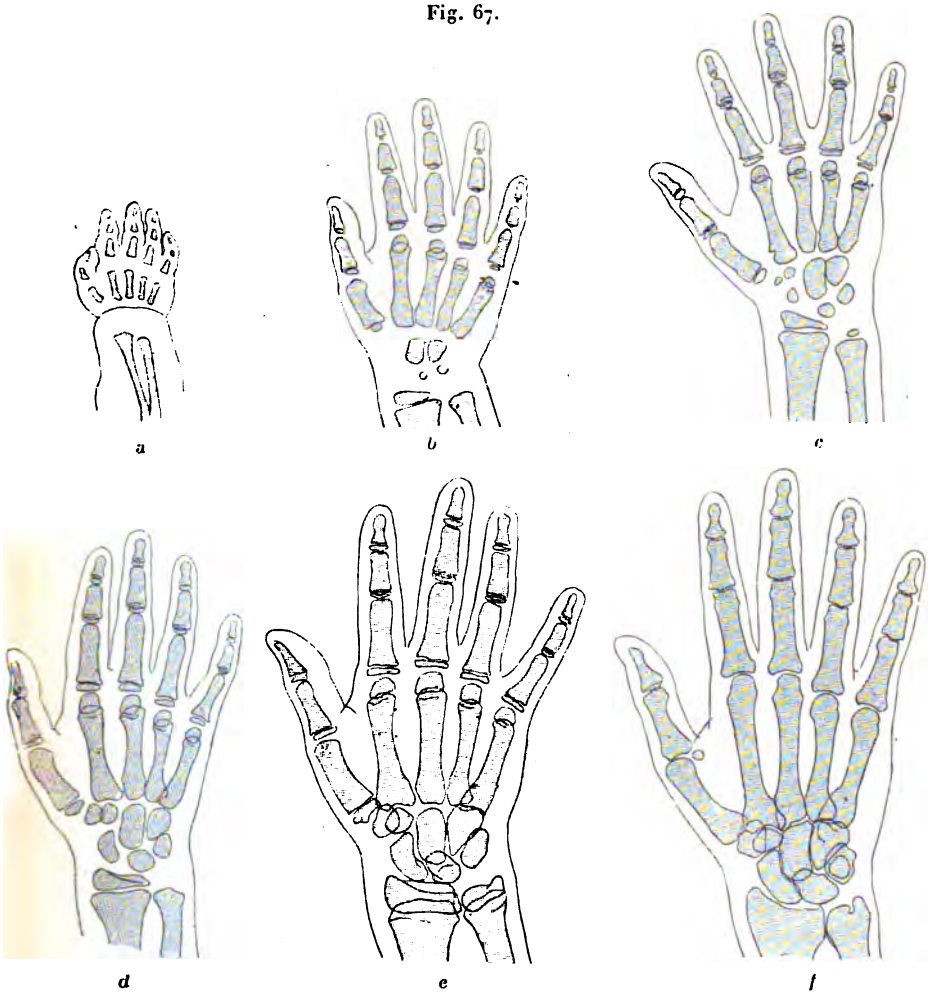
La vérification de la croissance du système osseux est importante à faire lorsque, dans certaines affections, il y a eu arrêt de développement, et que l'on a appliqué certains traitements destinés à faire cesser cet état : tel est le cas des myxœdémateux soumis à la médication thyroïdienne. Les travaux importants de M. Hertoghe d'Anvers sont particulièrement instructifs à ce sujet.

Un des cas les plus typiques que nous puissions signaler est le suivant (1). M. O..., âgé de dix-neuf ans, atteint de myxœdème, est envoyé à la Salpêtrière, à la clinique de notre maître, M. le Professeur Raymond. Sa taille ne dépasse pas $1^{m},03$ et il présente tous les phénomènes apparents de cette affection. Avant

(1) Note présentée à l'Académie des Sciences le 21 mai 1898, par MM. Gasne et A. Londe.

d'appliquer à ce malade le traitement thyroïdien, qui donne de si intéressants résultats dans les cas analogues, il est radiographié

Fig. 67.



Formation du système osseux aux divers âges.

Dessins de M. P. Richer, d'après la collection de M. Ducretet.

a, 1 jour; — b, 5 ans; — c, 7 ans; — d, 14 ans; — e, 20 ans; — f, 30 ans.

pour constater l'état de son système osseux. Les constatations faites sont particulièrement intéressantes : le système osseux n'est

Fig. 68.

Rad. positive.

Main d'un myxœdémateux avant le traitement.

guère plus développé que celui d'un enfant de deux à trois ans, les diverses articulations ne sont indiquées que par quelques rares

Fig. 68 *bis*.

Rad. positive.

Main d'un myxœdémateux après le traitement.

points d'ossification; les os du bassin ne sont pas soudés, les calcanéums ne sont pas formés, les rotules n'existent pas.

Devant ces indications très nettes, prouvant que la croissance

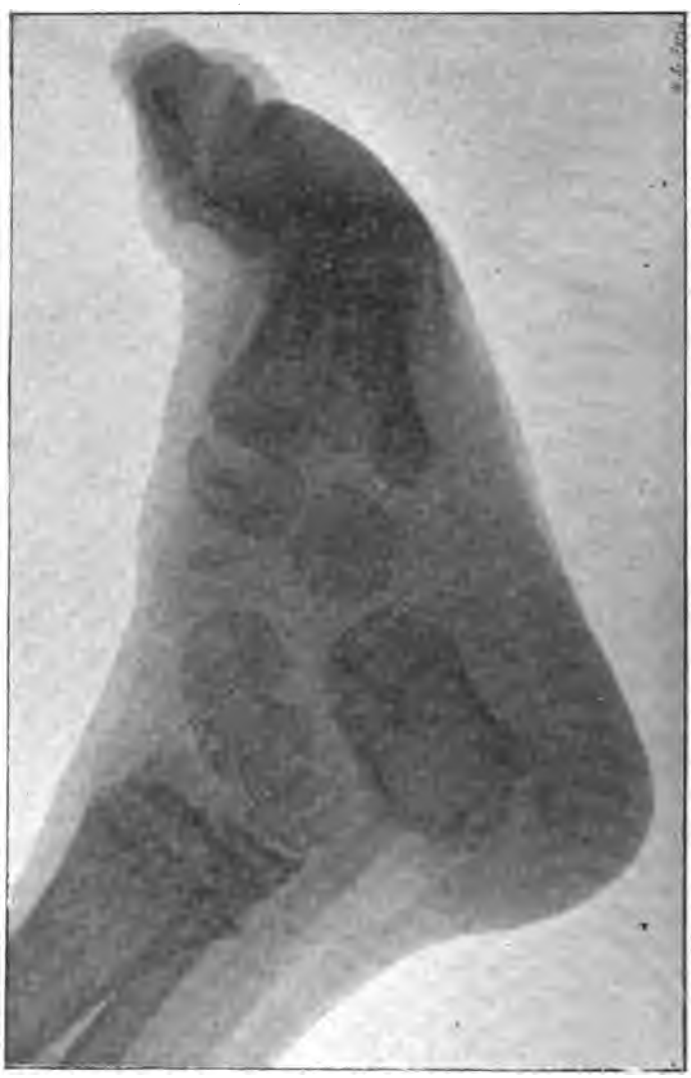


Fig. 69. Pied de myxœdémateux avant le traitement.

Rad. positive.

était encore possible, le traitement est commencé et au bout de cinq mois de nouvelles radiographies sont faites. Le malade a grandi de 4^{cm}; l'état du système osseux correspond à celui d'un enfant de

douze à treize ans. Pour la main en particulier que nous représentons dans les *fig.* 68 et 68 *bis,* on aperçoit le petit disque osseux

Fig. 69 *bis.* Pied de myxœdémateux après le traitement.

Rad. positive.

qui représente le point complémentaire des deux phalanges du pouce et de son métacarpien qui se comporte comme une phalange, celui des trois phalanges de chacun des autres doigts; les quatre

derniers métacarpiens sont surmontés d'un noyau globuleux de nouvelle formation, le carpe s'est développé, et le trapèze, le trapézoïde se distinguent parfaitement. Mêmes changements partout, au poignet, au coude, à l'épaule, au genou où la rotule apparaît, au pied où des noyaux nouveaux sont visibles (1) (*fig.* 69 et 69 *bis*).

La Radiographie pourra être employée également avec succès pour le diagnostic des différentes variétés de l'infantilisme (2).

Anomalies du système osseux. — Après avoir étudié la croissance normale du système osseux, il est également intéressant de recueillir les anomalies diverses de ce même système, anomalies qui sont fréquentes et que l'on ne peut pas toujours examiner d'une façon suffisamment complète par la palpation.

Nous nous sommes occupé de cette question avec le Dr Henry Meige et avons recueilli déjà un certain nombre d'observations sur des sujets atteints de malformations congénitales des doigts. Ce travail a du reste fait l'objet d'une récente communication à l'Académie des Sciences (12 mars 1898).

Avant l'importante découverte du Professeur Rœntgen, les malformations congénitales des extrémités ne pouvaient être étudiées sur le vivant qu'à l'aide des procédés d'investigation clinique couramment usités. L'inspection et la palpation dont il fallait se contenter ne fournissaient souvent que des renseignements incomplets, parfois même erronés, sur le siège, la forme et la structure des pièces squelettiques, normales ou anormales. Les seuls exemples qui aient été rigoureusement décrits sont ceux dont a pu faire un examen *post mortem*.

Ils sont en petit nombre, et cela se conçoit aisément, les anomalies digitales ne constituant pas une maladie capable de conduire à l'amphithéâtre les sujets qui en sont atteints.

L'emploi de la Radiographie permet aujourd'hui d'obtenir facilement, rapidement, et avec une exactitude presque certaine, des résultats que la dissection seule pouvait fournir autrefois.

---

(1) L'étude complète de ce malade a fait l'objet d'un des cours de M. le Professeur Raymond en 1898.

(2) *Voir* à ce sujet un intéressant travail de M. H. Meige et P. Allard (*Nouvelle Iconographie de la Salpêtrière*, n° 2, 1898).

En moins d'une minute d'exposition de l'extrémité malformée aux radiations de Rœntgen, nous sommes actuellement en mesure de retrouver sur le cliché toutes les particularités de nombre, de siège, de forme et de structure des segments osseux, normaux et anormaux.

La Tératologie y gagne ainsi de précieuses indications. Elle peut en effet décrire, non seulement la morphologie extérieure de la difformité, mais la disposition des parties profondes inaccessibles à la vue et au palper.

Ce premier avantage, d'ordre purement scientifique, n'est pas à dédaigner. Il permet de préciser et de compléter des descriptions qui, jusqu'à présent, sont restées nécessairement insuffisantes. Et, en collationnant tous les documents de ce genre, on peut espérer apporter un jour quelque lumière sur les lois qui président à l'apparition des anomalies du développement des extrémités digitales.

Mais la Radiographie peut avoir des conséquences pratiques plus importantes encore au point de vue des interventions chirurgicales en usage aujourd'hui dans les cas de difformités des doigts.

Si, en pareille occurrence, les chirurgiens ont jadis conseillé l'abstention, et même sont allés jusqu'à prohiber ce qu'ils appelaient des « opérations de complaisance », c'est qu'ils avaient à redouter des dangers que les précautions opératoires ont, depuis lors, singulièrement amoindris, sinon complètement écartés. Mieux valait, en effet, respecter une difformité gênante ou simplement disgracieuse, que d'exposer le sujet à tous les risques d'une infection grave. Cette prudence, légitime autrefois, n'est plus de mise aujourd'hui, et l'on n'hésite plus à intervenir au moment opportun pour remédier aux infirmités de ce genre. N'est-on pas autorisé à pratiquer une opération qui, sans exposer la vie, doit avoir pour résultat un perfectionnement pratique doublé d'un avantage esthétique? On a d'ailleurs prétendu, trop hâtivement peut-être, que de telles opérations, non seulement amélioraient l'état du sujet mais pouvaient préserver sa descendance de malformations similaires.

En tout état de cause, il reste certain que le chirurgien peut être appelé à intervenir dans un cas d'anomalie digitale. Avant

d'entreprendre son opération, il ne devra pas négliger de demander à la Radiographie tous les renseignements qu'elle est en mesure de lui fournir. Grâce à elle, il pourra être fixé, d'une façon précise, sur la part que le squelette prend à la malformation, connaître la forme, les rapports, la texture même, des pièces osseuses. Le manuel opératoire en sera notablement facilité; l'opportunité même de l'intervention pourra être décidée par ce seul examen.

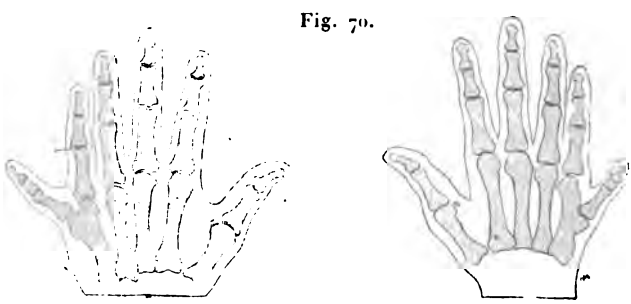
La Radiographie, il est vrai, ne renseigne pas encore d'une façon très satisfaisante sur l'état des parties molles qui entourent la charpente squelettique. Mais tant de progrès ont déjà été faits dans cette voie qu'il est permis d'entrevoir le jour où l'épreuve photographique fera connaître la disposition des muscles, des tendons et des ligaments.

D'ores et déjà, la connaissance exacte de la répartition et de la forme des pièces osseuses sur le vivant constitue un élément de diagnostic capital pour l'opérateur et qui facilite singulièrement sa tâche, lorsqu'il entreprend la cure chirurgicale d'une anomalie des extrémités.

Le double intérêt, à la fois scientifique et pratique, que présentent les radiographies de malformations digitales, nous a engagé à soumettre aux radiations de Rœntgen tous les cas de ce genre que nous avons rencontrés.

Nous croyons utile de reproduire la note que nous avons présentée avec M. Meige, ainsi qu'une série de dessins exécutés par

Fig. 70.



a *b*

notre excellent collègue et ami d'après nos radiographies; ils donneront, nous l'espérons, un aperçu suffisant de la nature et de la variété de ces malformations.

FIG. 70 *a, b* (1). — POLYDACTYLIE.

Homme, 31 ans, *sexdigitaire complet. Auriculaire surnuméraire au deux mains et aux deux pieds.*

Aux mains, le doigt surnuméraire est situé sur le bord cubital de la main, prolongeant la série des doigts normaux. Il est pourvu de trois phalanges; la phalangine, très courte, est soudée à la phalange.

A droite (*b*), le doigt surnuméraire est articulé sur l'extrémité inférieure du cinquième métacarpien qui présente à cet effet une double tête articulaire.

A gauche (*a*), le doigt surnuméraire s'articule sur une tubérosité que présente le cinquième métacarpien en son milieu, sur le bord externe.

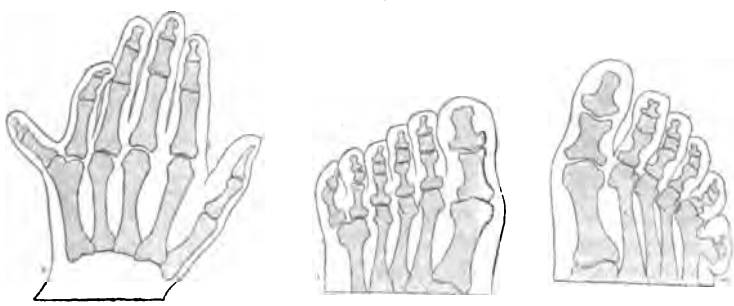
Ces deux métacarpiens sont notablement plus gros que leurs voisins et semblent formés par la soudure de deux os accolés.

Aux pieds, le sixième doigt, à gauche comme à droite, prolonge sur le bord externe la série des orteils normaux et s'articule par une facette articulaire spéciale sur la tête du cinquième métatarsien, qui est également plus volumineux que ses congénères.

FIG. 71 *a, b, c.* (2). — POLYDACTYLIE.

Homme, 23 ans, *sexdigitaire complet. Auriculaire surnuméraire aux mains et aux deux pieds.*

Fig. 71.



a *b* *c*

La *main droite* a été opérée de son sixième doigt, pendant la jeunesse.

(1) L'observation détaillée de ce cas a été publiée *in extenso :* A. LONDE et HENRY MEIGE, *Radiographies d'un sexdigitaire* (*Nouvelle Iconographie de la Salpêtrière,* Fasc. I; janvier-février 1897).

(2) Observation de A. LONDE et HENRY MEIGE.

La *main gauche* (*a*) présente un auriculaire supplémentaire, pourvu seulement de deux phalanges, et s'articulant par une tubérosité développée sur l'extrémité inférieure du cinquième métacarpien, du côté cubital; ce dernier os est de volume plus gros que dans la normale.

Le *pied gauche* (*b*) est pourvu d'un cinquième orteil supplémentaire, pourvu de deux articles osseux, et s'articulant du côté externe sur la tête du cinquième métatarsien notablement augmenté de volume.

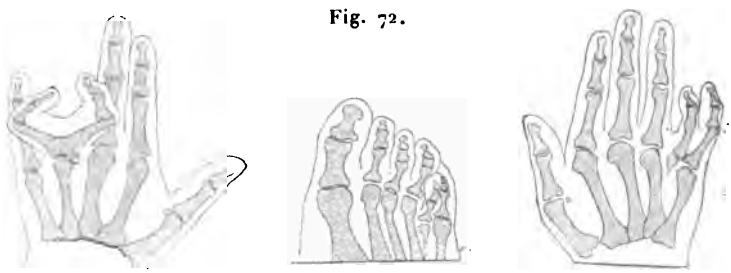
Au *pied droit* (*c*), le cinquième orteil surnuméraire s'articule sur une tubérosité développée sur le côté externe du cinquième métatarsien. En outre, tous les orteils sont déviés vers le bord externe du pied, rappelant ainsi la déformation décrite à la main sous le nom de *doigts en coup de vent*.

FIG. 72 *a, b, c* (1). — POLYDACTYLIE.

Femme, *sexdigitaire. Annulaire surnuméraire aux deux mains et aux deux pieds.*

Main droite (*c*). — Un annulaire supplémentaire est situé entre le qua-

Fig. 72.



a *b* *c*

trième et le cinquième doigt. Il est pourvu de trois articles osseux, grêles et d'un tissu peu compact; la phalangine est soudée à la phalange.

Entre le quatrième et le cinquième métacarpien on distingue la tête d'un quatrième métacarpien adventice. L'auriculaire normal est en outre pourvu, sur le côté externe, d'un rudiment de doigt charnu, pourvu d'un rudiment d'ongle, mais ne contenant aucune pièce osseuse.

Main gauche (*a*). — Disposition toute différente : les deux annulaires, le normal et l'anormal, sont soudés vers leur attache métacarpienne. Les deux phalanges s'écartent en formant un V très ouvert; les phalanges et les phalangines se rapprochent de façon à constituer une sorte de *pince*.

Une masse osseuse peu épaisse représente un rudiment de tête métacarpienne adventice.

(1) Observation de A. LONDE et HENRY MEIGE.

Pied droit (*b*). — Un quatrième orteil surnuméraire et un vestige de quatrième métatarsien affectent une disposition analogue à celle qu'on observe sur la main gauche.

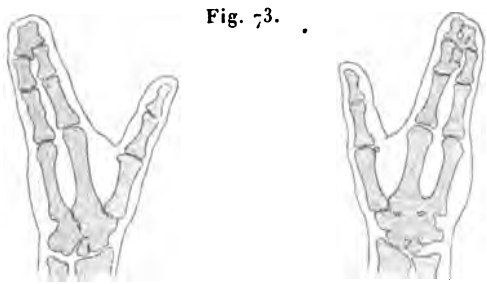
FIG. 73 *a, b* (1). — ECTRODACTYLIE ET SYNDACTYLIE.

Absence congénitale de deux doigts à chaque main (*annulaire et auriculaire*) — *Syndactylie des doigts index et médius.* — *Syndactylie partielle des deuxième et troisième orteils.*

Main gauche (*a*). — Les trois phalanges et les métacarpiens de l'index et du médius sont visibles. Les deux phalangettes sont soudées.

Main droite (*b*). — Même disposition, sauf la soudure des phalangettes.

Fig. 73.



a *b*

En outre, on distingue entre les dernières une troisième phalangette et, au-dessus, deux masses osseuses mal développées, représentant le squelette d'un troisième doigt rudimentaire.

Aux pieds. — Les phalanges des deuxième et troisième orteils sont indépendantes quant à leur squelette, mais reliées par les parties molles.

FIG. 74 *a, b, c.*

(*a*). *Ectrodactylie* (2) réalisant la disposition dite en *pinces de homard.*

Absence complète des deuxième, troisième et quatrième métacarpiens et des doigts correspondants.

Rudiment de pouce et d'auriculaire.

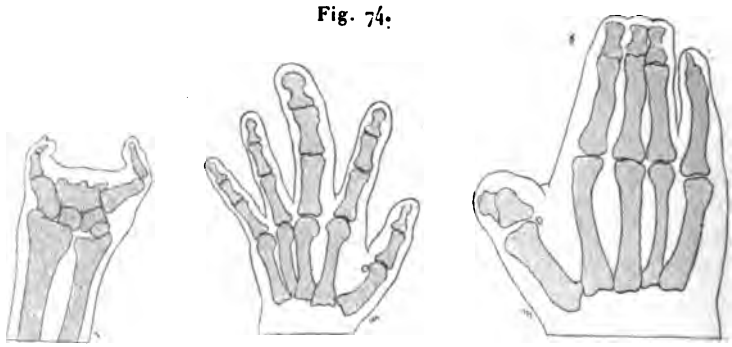
---

(1) Observation de F. RAYMOND et P. JANET. — *Malformation des mains en « pinces de homard » chez une épileptique.* (*Nouv. Iconographie de la Salpêtrière*, t. X; N° 6; 1897).

(2) Observation de A. LONDE et HENRY MEIGE. Inédite.

(*b*). *Macrodactylie* (1) du médius et de l'index de la main gauche.

Fig. 74.



a *b* *c*

(*c*). *Syndactylie* (2) des doigts médius, index et auriculaire.
Ectrodactylie partielle; absence de phalangines.
Vices de développement multiples des doigts.

Lésions du système osseux.

Au lieu de porter sur l'absence ou l'augmentation des parties normales du squelette, on peut avoir à étudier des affections qui ont modifié le volume de l'os ou ses dimensions, ou qui ont profondément troublé sa structure intime.

Dans la macrodactylie par exemple, on constatera l'hypertrophie considérable des os : nous en avons donné un cas intéressant dans lequel on constate l'hypertrophie limitée à deux seuls doigts de la main (voir *b*, *fig.* 74).

Dans les cas de paralysie infantile, d'hémiplégie, d'atrophie, on comparera avec facilité le membre malade au membre sain (*fig.* 75).

Grâce à la finesse que l'on obtient aujourd'hui, la structure même de l'os sera indiquée et l'on en tirera des indications très précises sur les lésions existantes.

---

(1) Observation de R. Cestan (In *Nouv. Iconographie de la Salpêtrière*, N° 6; 1897).
(2) Observation de A. Londe et Henry Meige. Inédite.

Nous avons effectué un travail de ce genre avec M. Lévi [1] sur des os pathologiques (ostéite déformante de Paget). En prenant

Fig. 75.

Rad. positive.

Comparaison des genoux dans un cas d'arthrite chronique du genou développée à l'âge de sept ans chez un malade âgé actuellement de quarante-trois ans.

comme point de comparaison un os normal, on voit sur celui-ci les systèmes lamellaires de Havers, d'épaisseur égale et parallèles les uns aux autres. Ils s'envoient des anastomoses perpendiculaires ou légèrement obliques, représentant des espaces plus ou moins

[1] LÉOPOLD LÉVI et A. LONDE (*Nouvelle Iconographie de la Salpêtrière*, 1897; p. 198).

rectangulaires ou ovalaires. Au contraire, sur le fémur hypertrophié on constate que ces systèmes osseux sont très épaissis par place, amincis en d'autres endroits, que leur disposition est loin d'être parallèle, qu'ils sont placés en situation irrégulière les uns par rapport aux autres, se coupent sous des angles différents, et par conséquent les espaces qu'ils circonscrivent ne sont plus réguliers. En outre, d'une façon générale ces espaces sont élargis et représentent de véritables cavités creusées dans l'os. Il y a donc avec condensation du tissu osseux par places une raréfaction générale de ce tissu, l'os est devenu plus poreux : il y a association d'ostéite condensante et raréfiante (*fig.* 76).

En résumé et sans insister davantage, il est indiscutable que la Radiographie présente des avantages sérieux pour relever les détails de structure des os détachés sans altérer ceux-ci.

Au point de vue de l'étude des affections de la goutte et du rhumatisme chronique, MM. Potain et Serbanesco sont arrivés à des résultats particulièrement intéressants : « Tandis que chez les rhumatisants l'ostéite condensante des extrémités osseuses donne à celles-ci une opacité plus grande, chez les goutteux, au contraire, on remarque au niveau des extrémités des phalanges et des métacarpiens, parfois même sur le corps de l'os, des taches blanchâtres entourées le plus souvent d'une étroite auréole foncée ». Ces taches transparentes paraissent, d'après les auteurs, dues à la transformation de la substance osseuse elle-même, les urates s'étant peu à peu substitués au phosphate de chaux qui entre normalement dans la composition des os. Des expériences subséquentes ont confirmé les résultats obtenus par la Radiographie, en montrant que l'urate de chaux est environ huit fois plus transparent que le phosphate de chaux. « Chez les sujets atteints de nodosités d'Heberden, lésions dont la nature goutteuse est encore un sujet débattu, on trouve au niveau des phalanges des taches transparentes fort distinctes, qui semblent vouloir trancher le différend en faveur de ceux qui admettent la goutte comme origine première de cette affection. »

M. Buguet est d'avis que le rapport de transparence de l'urate de soude à celui du phosphate tricalcique est plus considérable que de 1 à 8. L'auteur constate également la transparence des

Fig. 76.

Rad. négative. Os pathologique. Os normal.

Comparaison d'un fémur normal avec un fémur pathologique.

tophus, qui est plus grande que celle des os. Tout le monde est d'accord sur ce point. Mais tandis que M. Potain range les nodosités d'Heberden dans les lésions goutteuses, M. Barjon les attribue exclusivement, comme Garrod et la plupart des auteurs, au rhumatisme chronique déformant. M. Buguet signale chez le même sujet des tophus et des nodosités d'Heberden, ce qui indiquerait la superposition ou la juxtaposition de la goutte et du rhumatisme.

Sans prendre parti dans cette discussion qui n'est pas de notre ressort, nous nous contenterons de mettre sous les yeux du lecteur la radiographie d'un doigt de rhumatisant dans lequel on retrouvera l'aspect typique signalé par les auteurs compétents (*fig.* 77).

En dernier lieu, dans les cas de traumatisme violent, l'os lui-même peut être déplacé de sa position normale, c'est l'hypothèse de la luxation, ou être brisé, c'est le cas de la fracture. Dans l'un et l'autre cas la Radiographie apportera des renseignements de la plus haute valeur en permettant de déterminer exactement le déplacement de l'os, ou le genre et la nature de la fracture.

En ce qui concerne les luxations, leur analyse est parfois fort difficile à cause de la tuméfaction du membre et de la douleur que ressent le patient. La Radiographie montrera avec netteté la position anormale des extrémités osseuses, le moindre arrachement d'apophyse et facilitera le diagnostic avec les fractures juxta-articulaires. Ainsi que le dit si bien M. le Professeur Gross, « l'examen radiographique est particulièrement important lorsqu'il s'agit d'un de ces traumatismes articulaires complexes, à diagnostic difficile, impossible même sans le chloroforme. Dans un traumatisme compliqué du coude, par exemple, où par le fait de la tuméfaction, tout examen utile, toute détermination de la blessure, tout jugement sur la gravité de l'accident et l'avenir de la jointure, tout traitement efficace sont autant de problèmes insolubles, les rayons de Rœntgen nous mettent à même de formuler un diagnostic exact et précis indiquant la thérapeutique à suivre et sont le moyen de vérifier à tout instant, même à travers les appareils, la coaptation de fragments de fracture, la réduction d'un déplacement, la correction obtenue par les moyens chirurgicaux appliqués ».

Nous avons exécuté dernièrement un grand nombre de radiographies de luxations du coude chez des enfants. Elles ont permis à

Fig. 77.

Rad. positive.

Accidents goutteux aux doigts.

M. Mouchet, interne des hôpitaux, de faire un travail fort intéressant sur la question. Nous devons reconnaître que plusieurs fois la Radiographie nous a révélé des fractures qui n'avaient pas été soupçonnées. Elle a dans bien des cas confirmé le diagnostic, dans

Fig. 78.

Rad. positive.
Luxation d'un doigt.

d'autres elle a fourni des indications nouvelles, qui ont modifié celui-ci, et déterminé définitivement la nature de la lésion.

A titre d'exemple, nous publions la radiographie d'une luxation du doigt, un doigt normal de la même femme servant de point de comparaison (*fig.* 78).

Pour les fractures les renseignements que l'on obtiendra sont tels, que nous croyons que la Radiographie s'impose dans tous les cas pour éclairer d'une façon complète le chirurgien, reconnaître la présence des esquilles et éviter au blessé les inconvénients qui

résultent d'une réparation incomplète. Une fois l'opération faite,

Fig. 79.

Rad. positive.

Fracture de la jambe.

il sera tout indiqué d'exécuter une nouvelle radiographie qui servira de contrôle et montrera si tout est remis en place. En renouvelant cet examen de temps en temps, on pourra suivre les pro-

grès de la consolidation et ne retirer l'appareil que lorsqu'il n'y

Fig. 80.

Rad. positive.

Main écrasée.

aura plus aucun inconvénient à le faire. A l'appui de notre opinion, nous croyons devoir citer les trois observations suivantes :

1° M. X... nous est envoyé de l'hôpital Laennec par le Dr Delbet, qui avait opéré le rapprochement du péroné fracturé, au moyen d'un fil d'argent en sautoir : le malade ayant fait l'imprudence de vouloir se lever, est radiographié. L'épreuve montre le déplacement qui a été la conséquence de cette imprudence et met en lumière la fracture double du tibia, laissant un fragment intermédiaire de 15cm de longueur.

2° Un malade, également de Laennec, nous est envoyé après la réduction d'une fracture du péroné. Il s'agissait de savoir si la réduction avait été effectuée dans de bonnes conditions, et à cet effet, pour faciliter notre travail, le chirurgien avait ménagé dans l'appareil de contention une double fenêtre qui nous permettait d'opérer sans avoir à traverser l'appareil plâtré. La radiographie nous montrait que l'opération avait été parfaitement exécutée, mais qu'il existait une autre fracture du tibia qui avait passé inaperçue. Cette dernière était parfaitement visible à travers l'appareil plâtré.

3° M. X..., un de nos voisins, se casse la jambe. Celle-ci est remise par les soins du médecin de la localité. Nous sommes avisés de la chose et offrons d'exécuter une radiographie pour constater l'état de la consolidation. Nous trouvons une fracture double du tibia et du péroné, avec un chevauchement tel des os, que le malade sera obligé de recourir à une nouvelle opération sous peine de rester estropié (*fig.* 79).

Un des grands avantages de la Radiographie, c'est qu'elle peut être pratiquée sans défaire les pansements ou enlever les appareils, de sorte qu'il n'en peut résulter aucun inconvénient pour le blessé.

La *fig.* 80 représente la main d'un jeune garçon qui avait été prise dans un engrenage. On aperçoit très nettement les fractures des deux métacarpiens et des fragments osseux détachés. Le pansement est à peine visible et seule l'épingle qui le maintenait a laissé sa trace.

Recherche des corps étrangers dans l'organisme.

Les explications que nous avons données précédemment sur la formation des images radioscopiques et radiographiques expliqueront facilement comment un objet quelconque, d'opacité légère-

ment supérieure à celle des chairs et des os, pourra être facilement retrouvé. C'est ainsi que depuis les récents progrès de la Radiographie les recherches d'aiguilles, d'éclats de verre, de projectiles divers dans l'organisme ont pu être faites d'une façon régulière.

Recherche des aiguilles. — Cette opération est à présent élémentaire : il suffit de placer en dessous de l'ampoule la partie du corps à radiographier et de poser le temps nécessaire d'après l'épaisseur de la partie à traverser ; l'aiguille étant métallique arrêtera les rayons X et laissera une image transparente sur le négatif. S'il s'agit d'une recherche dans la main ou une partie du corps relativement mince, on pourra très souvent se contenter de la radioscopie ; mais, ainsi que nous l'avons déjà dit, au cas où l'on ne percevrait rien et avant de conclure négativement, il sera plus prudent d'exécuter la radiographie.

Étant donnée la facilité avec laquelle les aiguilles se déplacent quelquefois, il sera recommandé de procéder aussitôt que possible à l'extraction. Faute d'opérer rapidement, on s'expose à des insuccès.

Nous avons recueilli un cas de ce genre qu'il est utile de consigner.

Mme X... nous est envoyée pour déterminer la place d'une aiguille qui lui est entrée dans la main. La radiographie faite, l'opération n'est exécutée que cinq jours après. L'aiguille n'est pas trouvée à la place indiquée. Nous refaisons une deuxième radiographie qui montre que l'aiguille s'est déplacée de près d'un centimètre. La deuxième opération est effectuée encore quelques jours après la radiographie, même insuccès et nouveau déplacement de l'aiguille. A la fin nous obtenons du chirurgien d'opérer séance tenante après la troisième radiographie. Cette fois le résultat est atteint sans hésitation.

Dans le cas particulier des recherches d'aiguilles, il est donc indispensable de faire l'opération le plus tôt possible.

Recherche des éclats de verre. — La technique est la même que dans le cas précédent ; nous croyons cependant qu'il est plutôt

nécessaire de réduire la pose, le verre étant loin d'être opaque pour les rayons X, ainsi qu'on l'a dit au début. Plus la durée d'exposition sera longue, plus il sera traversé et moins son image sera visible.

Recherche des projectiles. — Ceux-ci étant en général constitués par du plomb qui sous une certaine épaisseur est un obstacle absolu pour les rayons X, la recherche radiographique se fera sans la moindre difficulté. Il suffira de poser assez pour que les parties voisines soient nettement traversées, le projectile faisant réserve. Si dans bien des cas la présence de grains de plomb et même de balles de revolver ou de fusil de guerre ne sont pas une gêne sensible pour ceux qui les ont reçus, il y en a d'autres où, à cause des troubles occasionnés, il est nécessaire de pratiquer l'extraction. La Radiographie qui permettra de déterminer exactement l'emplacement du projectile facilitera bien la tâche du chirurgien et le guidera avec la plus grande rigueur.

Voici à ce sujet quelques observations intéressantes :

M. M... a reçu, il y a quelques années, une balle de revolver dans la main et n'en est nullement gêné. La Radiographie montre que le projectile en rencontrant le troisième métacarpien s'est coupé sur lui, une partie restant contre cet os, et la deuxième ayant cheminé jusqu'au métacarpien suivant (*fig.* 81).

M. A... a reçu en 1870 une balle prussienne au-dessous du genou, balle qui n'a pu être extraite; en 1896 il se plaint de douleurs dans le genou et vient nous trouver. La Radiographie fait voir que la balle, suivant un trajet ascendant, a pénétré dans le fémur dans lequel elle se trouve absolument enkystée. Les radiographies, prises dans deux directions perpendiculaires, ne laissent aucun doute à ce sujet (*fig.* 82).

M. X..., voulant se suicider, se loge une balle dans la tête. Il se remet rapidement et n'éprouve plus que quelques légers troubles; néanmoins il craint toujours une aggravation de son état et il vient nous trouver pour déterminer l'emplacement du projectile. La Radiographie pratiquée dans les deux directions perpendiculaires, sens latéral et sens antéro-postérieur, nous indique que la balle est restée en pleine masse cérébrale, à peu près entre les deux hémisphères,

et dans la région moyenne supérieure. Il insiste alors pour être opéré.

Fig. 81.

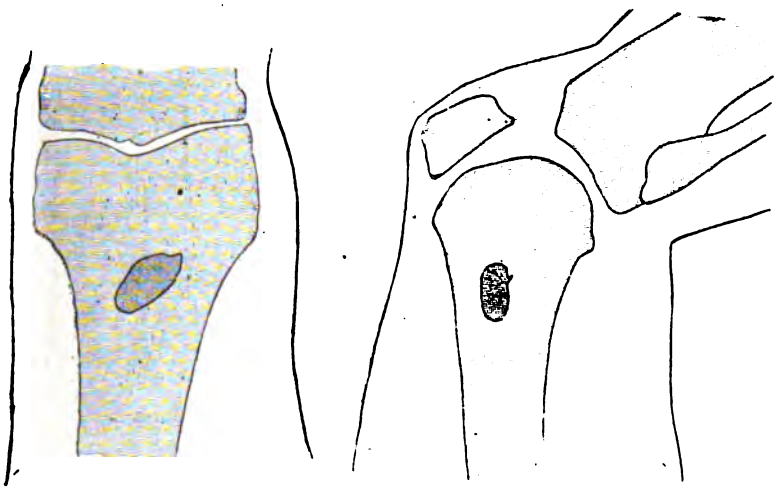
Balle de revolver divisée dans la main.

La trépanation est exécutée par M. le Professeur Segond qui sans tâtonnement aucun procède à l'extraction, grâce à l'emplacement rigoureux qui lui avait été indiqué par les deux radiographies.

Cette dernière observation est particulièrement intéressante, car en général les projectiles qui ont traversé une des parois du crâne viennent le plus souvent s'aplatir contre la paroi opposée, ainsi que nous en avons un certain nombre d'exemples dans nos collections.

Depuis que nous avons présenté avec le Professeur Brissaud la première radiographie de balle dans le crâne qui ait été faite en

Fig. 82.



Dessins de P. Richer.

Balle de fusil de guerre dans le genou.

France, nous avons vu passer dans notre laboratoire un grand nombre de cas analogues, cette opération est devenue courante et s'effectue sans grandes difficultés. Nous publions une de nos épreuves qui montrera la précision que l'on peut obtenir dans la reproduction des crânes : il s'agit d'un malade qui nous a été envoyé par le Professeur Rendu ; l'épreuve montre très nettement un cas intéressant de section du projectile qui s'est divisé, l'un des fragments restant près de l'orifice d'entrée, et l'autre, le plus important, ayant pénétré beaucoup plus avant (*fig.* 83).

En dehors des recherches d'aiguilles et de projectiles qui sont fréquentes, on utilisera les mêmes procédés pour les autres objets métalliques qui peuvent être introduits dans l'organisme. C'est

ainsi que depuis la découverte de Rœntgen on a pu appliquer

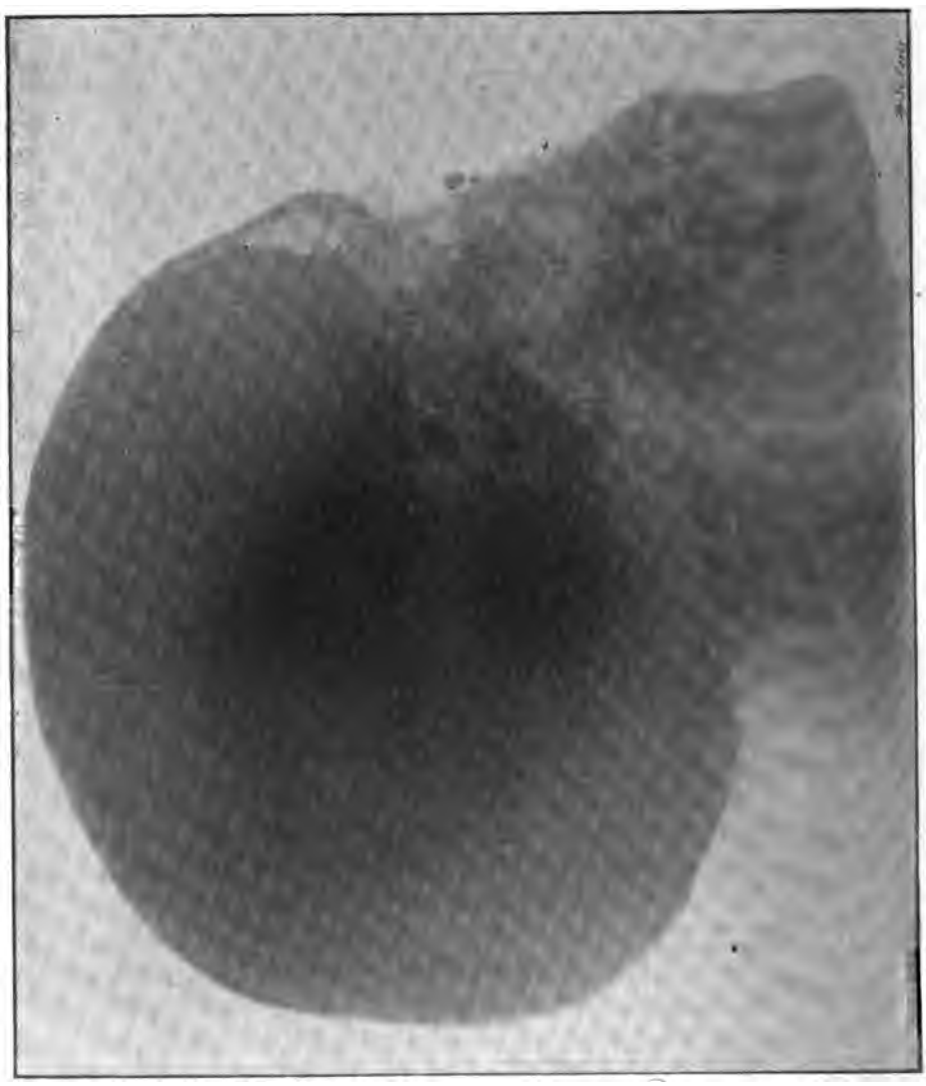


Fig. 83. Balle dans le crâne. Rad. positive.

l'examen radiographique pour reconnaître l'emplacement de pièces de monnaie avalées par des enfants. Dans ce cas particulier l'indication de la position de l'objet, soit dans le pharynx, soit dans

Fig. 84.

Rad. positive.

Drain métallique dans le sinus maxillaire.

l'œsophage, évitera toute manœuvre inutile et quelquefois dangereuse quand on va en tâtonnant; on saura de suite si le corps étranger n'a pas déjà glissé dans l'estomac ou l'intestin; on pourra donc intervenir efficacement et sans hésitation.

Citons en dernier lieu l'observation suivante :

Mme X..., à qui on avait ordonné des lavages du sinus maxillaire, prétend qu'en faisant ce traitement l'extrémité du drain métallique était restée dans la joue. Elle n'en souffre d'ailleurs pas autrement, à tel point que l'on peut concevoir *a priori* de forts doutes sur la réalité de son assertion. La Radiographie éclaire immédiatement la situation et montre que la malade ne s'était pas trompée. Le tube métallique, mesurant 5^cm^ et ayant un diamètre de 6^mm^, était parfaitement resté dans le sinus. Il est extrait par M. le Professeur Segond (*fig.* 84).

Recherche d'autres corps étrangers. — En dehors des projectiles et des objets métalliques qui opposent aux rayons X un obstacle presque absolu, du verre qui est plus transparent, il est d'autres corps étrangers qui sont très difficiles à retrouver : nous citerons en particulier les échardes de bois et les épines. La difficulté dans ce cas provient de ce que la transparence de ces substances est plus grande que celle de la chair dans laquelle elles sont implantées, par suite on ne peut espérer obtenir un résultat que par des durées d'exposition très courtes. Néanmoins nous devons reconnaître que dans ces cas particuliers le succès sera rarement obtenu.

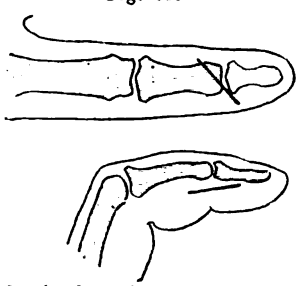
M. X... (de Saint-Briac) s'est introduit accidentellement dans la jambe, à la partie antérieure, une épine noire qu'il a voulu retirer. L'épine s'est cassée et une partie est restée dans la plaie. De là incapacité de travail. Quoique très sceptique au point de vue de l'intervention de la Radiographie dans cette hypothèse, nous avons fait sur ce sujet une série d'expériences variées. Aucune ne nous a donné de résultats probants, à cause de la durée d'exposition qui était indispensable pour traverser la jambe et rendre les os visibles. L'épine est extraite par le Dr Delagenière (du Mans) et nous est confiée pour continuer nos expériences. Placée sur une main, elle demeure absolument invisible, alors que reproduite seule elle donne une légère trace.

La conclusion de cette observation est que dans les cas de corps étrangers transparents aux rayons X, la Radiographie, du moins actuellement, ne saurait donner de résultats satisfaisants.

Détermination de la position exacte des corps étrangers.

Le résultat donné par la Radioscopie ou la Radiographie, qui nous affirme l'existence d'un corps étranger dans l'organisme, est des plus importants, mais serait néanmoins insuffisant, si nous ne pouvions déterminer sa position exacte. Ce renseignement est

Fig. 85.



Dessins de P. Richer.

Radiographies indiquant la position d'une aiguille dans un doigt.

capital pour guider le chirurgien. Notons tout d'abord qu'une seule radiographie ne suffit pas pour indiquer l'emplacement d'un corps étranger. Une seconde, prise sous une nouvelle orientation, est indispensable.

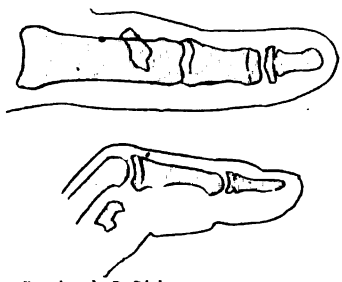
Ainsi, supposant une aiguille dans un doigt, celui-ci sera radiographié d'abord à plat, puis de profil. C'est ce que montre la *fig.* 85; dans le premier cliché on aperçoit nettement l'aiguille qui traverse l'extrémité du doigt, mais il est impossible de dire si elle est placée en dessus ou en dessous de l'os; le second cliché tranche la question de suite et montre qu'elle est située à la face interne.

Nous donnons un second exemple du même genre (*fig.* 86) : il s'agit dans ce cas d'un éclat de verre dont la situation est assez nettement indiquée pour qu'il soit inutile d'insister davantage.

Pour rechercher un projectile dans le crâne, le patient posera

d'abord de profil, le côté du crâne dans lequel, d'après les symptômes cliniques, on suppose le projectile reposant sur la plaque ; une seconde radiographie sera prise exactement à 45°, le crâne étant placé dans le sens antéro-postérieur ou inversement, suivant les indications données par la première épreuve. Les renseigne-

Fig. 86.



Dessins de P. Richer.

Radiographies indiquant la position d'un fragment de verre dans un doigt.

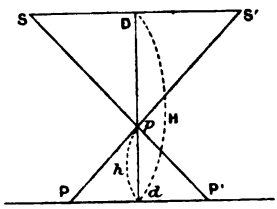
ments fournis par cette méthode très simple peuvent guider suffisamment le chirurgien. Nous avons cité précédemment l'opération exécutée par le Professeur Segond et nous n'y reviendrons pas.

Si l'on désire une plus grande précision, on peut employer diverses méthodes plus rigoureuses. L'une d'elles a été indiquée par MM. Buguet et Gascard et a fait l'objet d'une communication à l'Académie des Sciences, bien que le procédé employé, et qui repose sur un problème de Géométrie élémentaire, fût déjà utilisé par divers opérateurs pour leurs travaux personnels.

Après avoir constaté dans une première radiographie l'existence d'un corps étranger et pour déterminer la situation exacte de celui-ci, on dispose la partie du corps à examiner sur la plaque sensible : l'ampoule est placée dans la verticale qui passe par le corps étranger, et elle peut être déplacée parallèlement à elle-même sur son support de façon à occuper deux positions extrêmes équidistantes de la verticale. On fait successivement deux radiographies, l'ampoule étant dans chacune de ces positions et sans changer la plaque ni déranger l'objet à reproduire. On obtiendra deux images du corps étranger, et d'après la distance qui existe entre elles, il sera facile de calculer celle qui le sépare de la plaque sensible.

Supposons que la distance entre les deux positions extrêmes de l'ampoule soit 10^{cm} et que celle-ci soit placée à 20^{cm} de la plaque, que l'écartement des deux images du corps étranger soit

Fig. 87.



de 5^{mm}. Nous avons tout ce qu'il faut pour calculer la distance h, qui sépare le corps étranger de la plaque (*fig.* 87).

Les triangles semblables pSS' et pPP' donnent

$$\frac{h}{H-h} = \frac{d}{D} \quad \text{ou} \quad \frac{h}{H} = \frac{d}{D+d}$$

d'où

$$h = H\frac{d}{D+d} = 200\,\frac{5}{100+5} = \frac{1000}{105} = 10^{mm} \text{ environ.}$$

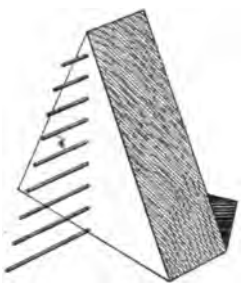
Le corps étranger se trouvait donc à environ 10^{mm} de la plaque.

Nous nous servons pour notre usage d'un petit appareil que nous avons fait construire par MM. Clément et Gilmer et qui est basé sur la même théorie. Il a l'avantage d'éviter toutes erreurs et de laisser une trace permanente sur le négatif; sans aucun calcul et par une simple mesure au compas on aura le résultat immédiat. Notre appareil se compose d'un triangle de buis, qui se pose sur la plaque sensible dans le plan vertical qui passe par le corps étranger (*fig.* 88); sur la perpendiculaire qui est abaissée de son sommet, sont disposées de fines tiges métalliques espacées d'une distance connue, 1^{cm} par exemple. En faisant une double exposition par le déplacement de l'ampoule, à une égale distance de la verticale, chacune des tiges laissera deux images, dont l'écar-

tement correspond précisément à la hauteur de ces tiges au-dessus de la plaque. Si les deux images du corps étranger sont, par exemple, à la même distance que les deux images de la première tige, c'est qu'il est à une distance de 1^{cm} de la plaque.

Ce dispositif, outre sa facilité d'emploi, dispense de mesurer la distance de l'ampoule à la plaque, opération qui est plus délicate

Fig. 88.



Appareil A. Londe pour la détermination de la position d'un corps étranger.

qu'on ne croit, si l'on veut opérer avec toute la précision désirable.

La *fig.* 89 représente d'une manière schématique l'emploi de notre triangle. On voit les deux images données par chacune des tiges dont les longueurs sont inégales pour éviter toute erreur de lecture. Les deux images du corps étranger se trouvent entre la quatrième et la cinquième tige. Si celles-ci sont distantes de 1^{cm}, il est donc à environ $4^{cm},5$ de profondeur.

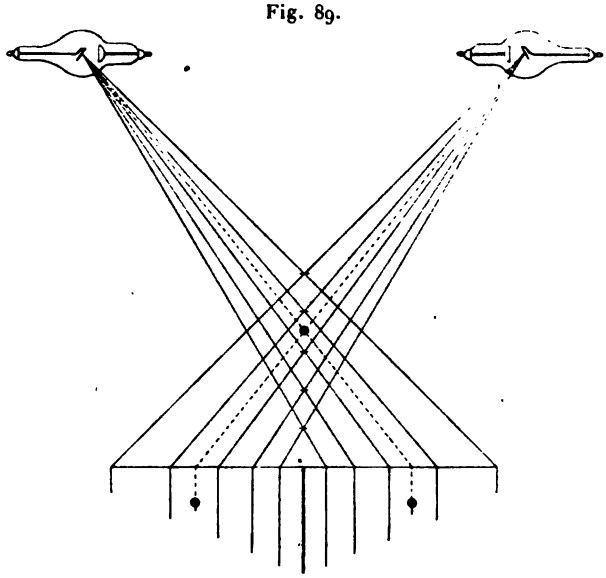
Pour les parties minces du corps, les tiges seront placées à courte distance, 5^{mm} par exemple; pour les parties épaisses, à 1^{cm} ou 2^{cm}. Un autre avantage de cette méthode est de n'introduire aucune cause d'erreur, le dispositif étant reproduit en même temps que l'objet.

Néanmoins, dans la pratique et dans les installations permanentes, il suffira, l'ampoule étant fixée sur un support spécial et fixe, d'exécuter un premier cliché avec le triangle et de mesurer les distances des tiges qui correspondent aux divisions métriques de hauteur adoptées. Les chiffres trouvés seront portés sur un tableau qu'il suffira de consulter après chaque opération. Dans ce

cas, on placera la partie qui renferme le corps étranger dans la perpendiculaire abaissée de l'anode miroir. Ce procédé sera employé lorsque l'objet cherché se trouvera en plein milieu d'un membre ou du corps et qu'il serait impossible de placer en même temps le triangle.

Suivant l'épaisseur de la partie à traverser, on pourra répéter ce premier travail pour différentes distances de l'ampoule. On aura

Fig. 89.



Mode d'emploi du triangle A. Londe.

ainsi plusieurs tableaux, qui seront applicables suivant la distance de l'ampoule. La tige qui supporte l'ampoule portera trois divisions, celle du milieu qui correspond à la perpendiculaire passant par le corps étranger, et les deux autres aux deux positions extrêmes de l'ampoule pour les deux radiographies successives.

D'autres opérateurs, et en particulier M. Brunel et le Dr Foveau de Courmelles, ont proposé le premier d'employer deux ampoules montées en série et orientées de façon convenable pour permettre la construction d'un triangle dont la hauteur soit égale précisément à la distance cherchée, et le second d'utiliser une ampoule double spéciale de son invention. Le fonctionnement simultané de deux

ampoules en série ou de l'ampoule double laisse beaucoup à désirer, car leur puissance n'est jamais identique, et nous croyons préférable d'opérer par le déplacement de l'ampoule unique.

Cette même question a été étudiée avec un soin particulier, pour la recherche des projectiles dans le crâne, par MM. Remy et Contremoulins, qui ont présenté dernièrement à l'Académie un appareil très perfectionné, destiné à cette application très importante.

Étant donnée la complication de cet appareil, nous ne croyons mieux faire que de laisser la parole aux auteurs :

« Un bâti portant, d'un côté, un châssis photographique spécial et, de l'autre, deux tubes de Crookes (tube Chabaud, modèle 1897) orientables à volonté, est scellé sur le crâne à l'aide d'un *appareil plâtré*. (Ce dispositif donne l'immobilité absolue de la tête par rapport à l'appareil, tout en permettant les mouvements du corps du sujet.) A l'avant de ce bâti, un *compas-repère* sert à prendre trois points de contact sur la face du blessé avec de petits disques métalliques comprimant les téguments sur les surfaces osseuses les plus sous-cutanées (points frontaux et sous-orbitaires).

» L'appareil étant ainsi disposé, on place dans le châssis une plaque photographique de façon qu'elle vienne buter par les bords contre des pièces métalliques percées d'œilletons qui serviront plus tard, comme on le verra, de points de repérage. Un premier cliché est obtenu en actionnant *l'un* des tubes de Crookes. La plaque impressionnée est alors remplacée par une seconde plaque sensible destinée à recevoir l'image projetée par le deuxième tube de Crookes. Ces deux clichés faits, on démonte le *compas-repère, sans le dérégler,* et l'on détache le bâti de l'appareil des pièces qui font corps avec le scellement.

» Les trois points de repère de la face doivent être immédiatement tatoués à l'encre de Chine sur l'épiderme du blessé, de façon à former une trace indélébile pour le repérage du *compas d'opération,* dont il sera bientôt question, jusqu'au moment de l'extraction du projectile.

» On possède ainsi l'image du projectile projetée de deux points différents sur un même plan et, au moyen du *compas-repère,* la trace de l'emplacement du projectile dans l'espace avec ces images

et ce compas, il reste à déterminer le point exact de l'émission des rayons X. On le retrouve par les opérations suivantes :

» Entre le châssis et les tubes, on visse sur le bâti une plaque de cuivre rigide (*plaque de contrôle*), percée vers le milieu de quatre trous espacés de 4^{mm}. Avec l'un des tubes de Crookes, on radiographie deux fois cette *plaque-contrôle* sur une même plaque sensible, de façon que deux fois le groupe de quatre trous de cette plaque forme des images nettes sur la plaque photographique. En raison de l'épaisseur de la *plaque-contrôle,* la pose, dans ces deux radiographies successives, doit être assez prolongée pour que les pièces métalliques percées d'œilletons du châssis soient silhouettées sur la plaque photographique en vue du repérage de l'image de la *plaque-contrôle* avec les images des deux premiers clichés.

» Les trois clichés ainsi obtenus ayant été rapidement séchés à l'alcool (après développement), on écorche la gélatine sur les deux premiers au centre de l'image du projectile à retrouver. Le même écorchage de la gélatine est ensuite pratiqué sur la radiographie de la *plaque-contrôle* au centre des pénombres des huit trous, formées par les deux opérations successives avec l'un, puis avec l'autre tube de Crookes.

» On tire alors une épreuve de chaque cliché sur du *papier au citrate* de telle sorte que les œilletons de repère du châssis marqués sur chaque cliché soient nettement visibles, ainsi que les centres du projectile et les centres des pénombres de la *plaque-contrôle.*

» Ces opérations donnent, en définitive, trois épreuves qui portent quatre images distinctes, et ces trois épreuves sont exactement repérables entre elles, grâce aux traces des œilletons qu'elles portent. Il est facile de les reporter sur une plaque de zinc spéciale que l'on perce de trous correspondant aux œilletons du châssis photographique ; cette plaque est faite pour être vissée sur ces œilletons au moyen de ces trous.

» A l'aide des images des œilletons reproduites sur les épreuves, celles-ci ayant été très exactement repérées avec les trous de la plaque de zinc, on pointe avec un *pointeau* à travers les épreuves les centres des pénombres et ceux du projectile sur la plaque de zinc. (Tous ces coups de pointeau sont numérotés sur la plaque

de zinc pour être aisément discernables les uns des autres.) La plaque de zinc est ensuite perforée, à la place de chaque coup de pointeau, d'un très petit trou conique, avec une *fraise,* de telle sorte qu'il soit possible de faire passer par ces trous des fils qu'on arrêtera derrière la plaque au moyen de nœuds; puis elle est vissée aux œilletons du châssis photographique.

» Ces opérations préalables étant faites, pour déterminer exactement le point d'émission des rayons X de chaque tube, on commence par substituer à l'un de ceux-ci une pièce qui porte un œilleton dont on place l'ouverture à l'emplacement probable du foyer du tube enlevé.

» Avec des fils on relie cet œilleton à la projection des trous de la *plaque-contrôle* sur la plaque de zinc où cette projection a été reportée, comme nous l'avons exposé déjà, en faisant passer ces fils par les trous correspondants de la *plaque-contrôle.* Si le foyer théorique correspond bien au foyer exact d'émission des rayons X, les quatre fils passent rigoureusement par le centre des quatre trous de la *plaque-contrôle.* S'il y a, au contraire, une légère différence, qui peut tenir à nombre de causes diverses, il suffit de déplacer l'œilleton et de chercher par tâtonnements le véritable emplacement qu'il doit occuper jusqu'à ce que les fils passent rigoureusement par le centre des trous de la *plaque-contrôle.* Le nouvel emplacement de l'œilleton trouvé ainsi est celui du point exact d'émission des rayons X.

» La même opération se répète pour le second tube; quand elle est faite, on peut supprimer les fils et enlever la *plaque-contrôle* désormais inutile.

» Il ne reste plus qu'à tendre de nouveaux fils allant de la projection du projectile à l'œilleton représentant le foyer radiographique du tube qui l'a produite. Ces fils s'entre-croisent et leur intersection représente le centre du projectile dans l'espace.

» On remet ensuite à la place qu'il occupait le *compas-repère* donnant les trois points de repère de la face, et l'on a ainsi l'emplacement du projectile par rapport à trois points déterminés à l'extérieur du crâne.

» A la colonne supportant ce *compas-repère* on ajoute enfin une quatrième branche articulée portant à son extrémité une aiguille

avec laquelle on relève, par réglage, la position du centre du projectile par rapport aux points de repère du compas.

» Ainsi le *compas-repère* présente, comme l'épreuve *négative,* l'image *en creux* du crâne et l'emplacement de la balle. Sur ce *creux* on règle un second compas, dit *compas-schéma,* plus robuste, plus rigide, fait en vue du transport, et qui représente au contraire le *relief* ou le *positif* du crâne avec l'emplacement du projectile par rapport à ce relief. Enfin ce *compas-schéma,* transporté au lieu où doit se produire l'intervention chirurgicale, sert à régler un dernier compas, construit en vue de la stérilisation et nommé *compas d'opération.*

» Sur ce dernier compas, la quatrième branche guide le chirurgien sur le centre même du projectile. »

Bien que cet appareil ait fait ses preuves entre les mains de M. le Dr Remy, le très habile chirurgien de la maison de Nanterre, nous doutons qu'en cet état il devienne d'un usage courant. Il est beaucoup trop compliqué et demanderait évidemment à être simplifié.

M. H. Morize propose une autre méthode (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* 31 janvier 1898). Elle consiste à définir la position du corps étranger par deux droites qui s'y coupent et dont les extrémités sont des points situés à la surface du crâne du patient. Celui-ci étant placé entre le tube et l'écran, on cherche une position telle que le corps étranger, une balle par exemple, se voie bien. On prend alors un petit disque de plomb garni d'une substance adhésive et on le place de telle façon que son image se superpose à celle du projectile. On en fait autant sur l'autre face. Il est évident que si les deux disques et la balle ne forment plus qu'une seule image, tous les points sont sur une même droite.

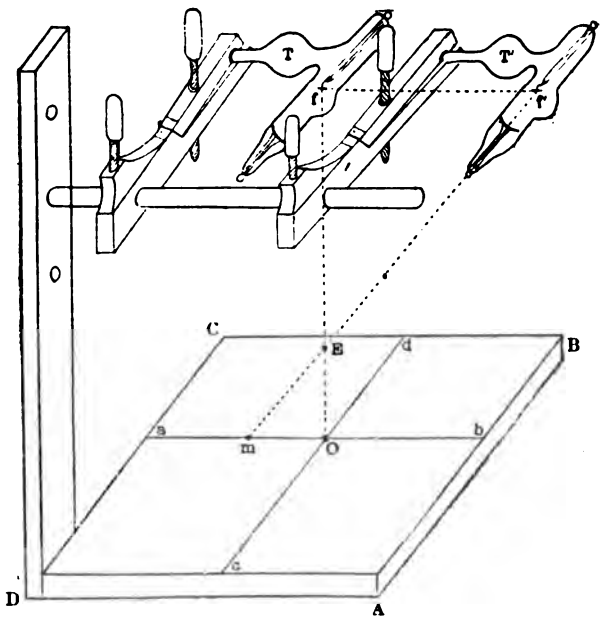
On répète la même opération en tournant le sujet d'un angle arbitraire et l'on détermine une seconde droite, le projectile devant se trouver à l'intersection des deux. On marque l'emplacement des disques de plomb au moyen du crayon dermographique et il ne reste plus qu'à relever la position de ces points et à faire une épure.

Cette méthode est très ingénieuse, mais elle suppose que l'on

puisse apercevoir avec facilité le projectile sur l'écran. Or on sait qu'il est loin d'en être ainsi dans l'état de la question : jusqu'à nouvel ordre donc ce procédé sera difficilement applicable.

M. le Dr Mergier a publié également une méthode qui paraît

Fig. 90.



Le radientomètre de M. Mergier.

plus simple que celle de MM. Remy et Contremoulins, mais nécessite encore un appareil spécial, le *radientomètre*. Ce dernier se compose d'un châssis porte-tubes pour l'exécution des radiographies et d'un compas spécial à articulation mobile et à branches variables (*fig.* 90).

Le châssis ABCD se compose d'une boîte recouverte d'une lame de celluloïd épaisse dans laquelle on peut faire glisser successivement deux plaques photographiques sans déplacer le modèle. Un croisé de fils de cuivre *ab cd* permet d'obtenir des lignes de repère sur la boîte, ils sont disposés également pour laisser leur trace sur la peau du sujet, trace que l'on reprend au crayon dermographique.

Un montant vertical soutient deux tubes disposés parallèlement à 20^{cm} de distance l'un de l'autre et à 30^{cm} ou 40^{cm} de la plaque.

On expose successivement les deux plaques avec chacune des ampoules. Après développement, on relève sur papier transparent les deux images du corps étranger, puis on règle le compas de façon que ses deux branches partant des points d'émission des radiations de chaque ampoule, aillent rencontrer les deux images de l'objet. Le point de rencontre des deux branches indiquera l'emplacement du projectile par rapport au châssis et aux repères qu'il porte.

M. Mergier a proposé d'appliquer son appareil aux recherches radiographiques, et il a même construit un petit instrument qui permet de mesurer exactement l'intervalle existant entre les deux images de l'objet. Connaissant cette distance, un autre appareil permet immédiatement de déduire la distance cherchée.

Nous ferons, à propos de cette dernière application, les mêmes réserves que pour le procédé de M. Morize. La Radioscopie n'est pas encore en état de nous permettre de l'utiliser pratiquement.

En terminant cette étude des divers procédés qui ont été indiqués pour reconnaître la position des corps étrangers, nous devons signaler que nous avons cherché à employer notre méthode du triangle pour les parties épaisses du corps. Nous avons pu, avec un triangle de plus grandes dimensions (dix tiges espacées de 2^{cm}) retrouver très bien une balle dans la tête, une autre dans l'épaule. Néanmoins nous reconnaissons que la superposition des deux images sur la même plaque entraîne quelques difficultés de lecture; aussi serait-il bon d'employer un châssis garni d'une lame de plomb mobile ayant la moitié de la dimension de la plaque : de cette manière, on ferait successivement les deux images sur chaque moitié de la plaque, et l'on éviterait ainsi la superposition.

Ainsi perfectionnée, la méthode que nous avons proposée et que nous employons journellement devient très simple. Grâce à l'emploi d'un écran renforçateur, chacune de nos expositions, pour le crâne par exemple, ne dépasse pas une ou deux minutes. On voit donc que le résultat peut être obtenu rapidement et sans nécessiter l'achat d'appareils coûteux et quelque peu compliqués.

Radiographie stéréoscopique.

Il peut être intéressant à certains points de vue d'obtenir des radiographies stéréoscopiques qui permettent de voir le modèle en relief et donneront par suite des indications sur la position et la direction d'un corps étranger.

On peut opérer de deux façons différentes avec une ampoule unique, en disposant le modèle dans deux positions obliques par rapport à la normale ou avec deux ampoules placées à une certaine distance l'une de l'autre. En pratique, il vaut mieux se servir d'une seule ampoule que l'on place dans les positions convenables. Dans les deux cas il sera nécessaire de faire deux expositions en opérant successivement sur les deux moitiés d'une même plaque ou sur deux plaques séparées.

Voici le détail du premier procédé indiqué par MM. A. Imbert et H. Bertin-Sans :

« La partie du corps à photographier, la main par exemple, est disposée sur une lame métallique percée en son milieu d'une assez large ouverture en face de laquelle doit se trouver la région qui contient le corps étranger. La lame est d'ailleurs inclinée par rapport à la normale menée par le centre du diaphragme à la surface utilisée du tube de Crookes, et l'on dispose au-dessous d'elle la plaque sensible dont la seule partie qui puisse se trouver influencée est celle qui se trouve au-dessous de l'ouverture de la lame métallique. Après un temps de pose suffisant, on fait glisser la plaque sensible de manière qu'elle présente une nouvelle partie non impressionnée, on incline cette lame et la plaque sensible du même angle que précédemment, mais en sens inverse, et l'on actionne de nouveau le tube pendant le même temps. Les deux épreuves obtenues ainsi, placées à une distance convenable l'une de l'autre dans un stéréoscope, donnent très nettement la sensation du relief ou de la direction du corps étranger ».

MM. Th. Marie et H. Ribant, qui ont obtenu de magnifiques épreuves à la Faculté des Sciences de Toulouse, préfèrent opérer

par déplacement de l'ampoule. La table d'opération est percée d'une ouverture recouverte d'un carton épais; par-dessous on peut introduire la plaque sensible enveloppée de papier noir. Un volet de fermeture la maintient dans cette position.

Avec ce dispositif il sera très facile de remplacer la plaque sans déranger le modèle.

Diagnostic par la Radioscopie et la Radiographie.

Il ressort de tout ce qui vient d'être exposé que l'examen sur l'écran et l'enregistrement sur la plaque photographique sont de nouveaux moyens mis à la disposition du médecin ou du chirurgien pour poser son diagnostic ou le contrôler, non pas que cette méthode puisse se substituer aux divers procédés de la clinique, mais elle les étend considérablement et les complète d'une façon merveilleuse dans un certain nombre de cas. La technique se perfectionnera indiscutablement, les appareils deviendront plus puissants, et rien ne dit que l'on n'arrivera pas à pouvoir étudier les divers organes internes, à vérifier leur fonctionnement et reconnaître leurs lésions.

Actuellement, les chairs, les muscles, les nerfs, les divers vaisseaux, le sang échappent d'une manière presque complète à nos investigations, seul le système osseux se détache avec la plus grande précision. Parmi les organes internes, les poumons gonflés d'air se distinguent grâce à leur opacité moindre et, en cas de lésions, celles-ci se montrent comme autant de taches plus ou moins étendues. Le cœur produit une ombre dont on peut suivre les mouvements, ce qui permet d'en apprécier dans une certaine mesure le fonctionnement. Les divers organes du bassin ne se distinguent pas les uns des autres, et, de ce côté, nous ne pouvons encore obtenir de résultats satisfaisants.

Il y a lieu d'attirer l'attention du lecteur sur les différences de résultats que l'on obtient soit sur le vivant, soit sur le cadavre. Sur le vivant, tous les organes internes, sauf le cœur et le foie, sont peu visibles. Ainsi on ne distingue pas les intestins (*fig.* 91). Au contraire, sur le cadavre et surtout lorsqu'il y aura un commen-

cement de décomposition, on les distinguera nettement; c'est

Fig. 91.

Rad. négative.

Bassin d'enfant sur le vivant.

pour confirmer cette observation que nous publions la radiographie d'un nouveau-né exécutée quatre jours après la mort (*fig.* 92).

Fig. 92.

Fœtus à terme.

Fig. 93.

Rad. positive.

Fœtus à terme (hernie ombilicale).

Une autre radiographie d'un enfant mort-né est également intéressante à reproduire (*fig.* 93). Les organes internes s'échappaient par une vaste hernie, ils sont parfaitement visibles.

On voit donc qu'il y a encore beaucoup à faire, néanmoins nous croyons fermement qu'on atteindra le but cherché. Dans des conditions que nous n'avions pas encore pu définir suffisamment, nous avons obtenu dans certains clichés l'indication très nette des masses musculaires; dans d'autres, la trachée est venue avec tous ses détails. C'est là un point de départ et il faut persévérer dans les recherches.

En ne considérant que les résultats acquis à l'heure présente, le physiologiste, l'anatomiste, le médecin et le chirurgien auront le plus grand intérêt à mettre en œuvre la belle découverte de Rœntgen.

En Physiologie, l'examen radioscopique permettra d'étudier la position normale du squelette par rapport aux formes extérieures du corps humain, d'analyser le mécanisme des divers mouvements, de suivre la marche des organes internes dans leur fonctionnement habituel.

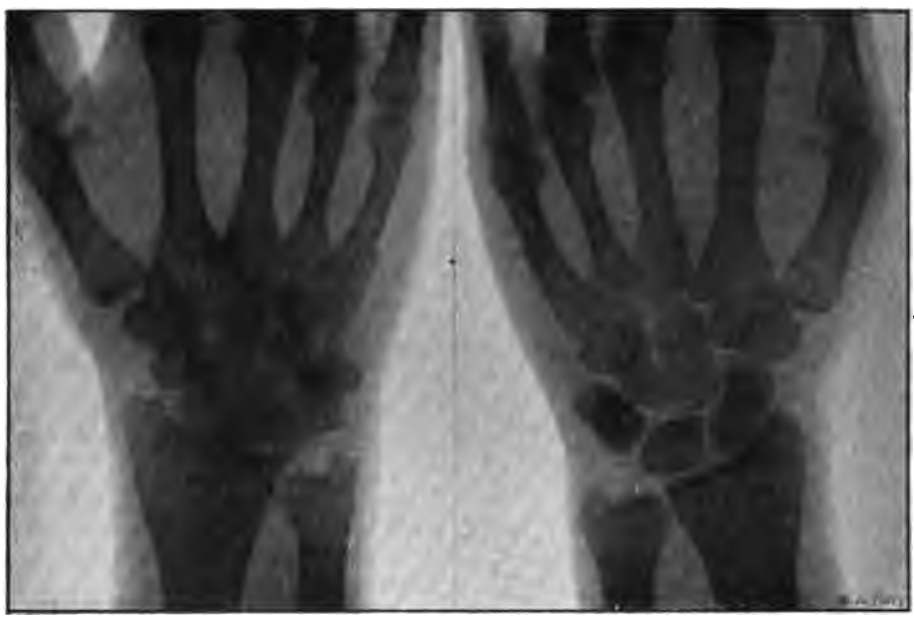
En ce qui concerne les mouvements articulaires, on pourra noter la part prise dans ces mouvements par chacune des articulations de la partie examinée. Ce travail a été déjà exécuté pour le poignet par MM. A. Imbert et H. Bertin-Sans (*Comptes rendus,* 4 mai 1896). Avec les perfectionnements qui se produiront inévitablement dans la technique, ces études pourront être poursuivies avec succès, et lorsque nous aurons obtenu la Radiographie instantanée il deviendra possible d'analyser au moyen de la Chronophotographie et de reconstituer au moyen de la Cinématographie le mécanisme interne des divers mouvements sur le vivant. En effet, si la Radioscopie peut être utilisée pour l'analyse des mouvements lents, l'enregistrement photographique s'imposera pour tous ceux qui par leur rapidité échapperaient à notre œil.

En Médecine, la nouvelle méthode permettra de reconnaître, comme nous l'avons déjà indiqué, les lésions osseuses dans la goutte, le rhumatisme; elle donnera d'utiles indications dans la paralysie infantile, l'ostéomyélite, la syringomyélie, l'acromégalie, la maladie de Pagett, etc., elle servira à constater les arrêts ou les excès de développement, les anomalies et difformités, en un mot

tout ce qui peut contribuer à caractériser l'affection qui nécessite l'intervention de l'homme de l'art.

Il sera toujours utile de comparer la radiographie à une autre prise sur un sujet normal; s'il s'agit d'un membre, on reproduira

Fig. 94.



Rad. positive.

Comparaison des deux poignets chez un sujet atteint d'ankylose à la suite d'arthrite blennorrhagique.

toujours l'autre à titre de comparaison (*fig.* 94). L'interprétation des épreuves radiographiques est chose fort délicate, et avant de conclure il faut s'entourer de toutes les précautions. Il serait à désirer, du reste, qu'on pût établir un atlas de Radiographie normale, cette œuvre rendrait les plus grands services aux praticiens.

La recherche des corps étrangers dans l'organisme et la détermination de leur emplacement exact contribueront beaucoup à préciser la cause des troubles constatés, et à établir le traitement à suivre ou l'opération à effectuer.

Nous n'avons jusqu'à présent examiné que la recherche des

corps étrangers d'origine métallique qui se trouveront relativement avec facilité, car ils constituent un écran absolu pour les radiations actives; il n'en sera plus de même si l'on a affaire à des corps produits dans l'organisme et dont la présence amène à la longue des accidents graves : c'est le cas des calculs.

La détermination de leur existence et l'indication de leur emplacement constitueraient une application des plus importantes et l'on ne saurait trop encourager les recherches faites dans cet ordre d'idées. Les difficultés de la question tiennent, d'une part, à l'emplacement de ces calculs dans des parties épaisses du corps et, de l'autre, à leur composition chimique. Avec les progrès réalisés actuellement, la première difficulté est à peu près aplanie; la seconde demeure entière. Des premiers essais encourageants ont été obtenus par MM. J. Chappuis et Chauvel. Des reins extraits ont été photographiés vingt-quatre heures après le décès et ont montré très nettement les calculs qu'ils renfermaient; la composition de ceux-ci et leur constitution souvent inégale se voient très bien sur la radiographie. Ainsi les calculs biliaires, très riches en cholestérine, se laissent traverser, les cristaux vésicaux d'acide urique également; les cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien sont moins transparents.

Si intéressants que soient ces résultats, le problème est cependant loin d'être résolu, car sur le vivant la nécessité d'une longue exposition pour traverser le corps ne pourra laisser percevoir l'image du calcul que si, par sa composition chimique et sa densité, il présente une opacité pour les rayons X supérieure à celle des parties voisines. Nous sommes à peu près dans le cas de l'expérience que nous avons signalée précédemment, à propos d'une épine extraite de la jambe d'un malade : celle-ci, qui n'avait pu être révélée sur le sujet, donnait isolée une radiographie parfaite.

Un autre problème intéressant consisterait à pouvoir déterminer l'existence et l'emplacement des tumeurs : cette étude serait particulièrement importante en ce qui concerne les tumeurs des centres nerveux et en particulier du cerveau. De ce côté les difficultés sont encore très grandes, car la durée d'exposition qui est nécessaire pour traverser les parois du crâne fait disparaître complètement la masse entière du cerveau, laquelle est beaucoup plus transparente que son enveloppe. Nous ne voyons la possibilité de reproduire

une tumeur du cerveau que si celle-ci est d'une densité notablement supérieure à celle des parties voisines; dans ce cas, en cet endroit, les parties superposées constituent un ensemble d'une opacité plus grande que celle des parties normales. On obtiendra donc finalement une plage plus transparente qui donnera une indication sur l'emplacement et l'étendue de la tumeur. Nous avons exécuté à la Salpêtrière nombre d'expériences à ce sujet et nous n'avons obtenu qu'une seule fois un résultat appréciable. Ceci tient du reste à ce que la nature des tumeurs les rend généralement plus translucides que la masse environnante.

Dans un cerveau extrait du crâne, les difficultés précédentes n'existent plus et la tumeur pourra être radiographiée avec facilité, sa présence se révélant par une transparence ou une opacité plus grandes suivant les cas. Ce procédé pourra être très utile pour en repérer la position sans altérer la pièce, ou avant de la préparer pour l'étude histologique.

Pour l'examen des tumeurs cancéreuses, il est vraisemblable qu'on pourra obtenir également de bons résultats. M. le Dr Garrigou signale en particulier qu'il a pu, dans un cas de tumeur gangréneuse du sein, suivre jusqu'à l'aisselle le chapelet des ganglions engorgés et régler d'après cet examen la marche de l'opération (Académie de Médecine, mars 1897).

Passant à un autre sujet, nous devons reconnaître que c'est dans l'examen des lésions affectant les poumons que le diagnostic trouvera, grâce à la méthode radioscopique et radiographique, les renseignements de la plus haute importance. C'est M. le Professeur Bouchard qui s'est particulièrement occupé de ces nouvelles applications de la découverte de Rœntgen et les a signalées dans une série de communications à l'Académie des Sciences dont la première date du 7 décembre 1896.

Lorsque l'on examine le thorax à l'écran, on aperçoit très nettement la colonne vertébrale, qui se présente sous l'aspect d'une bande noire à bords parallèles, et les côtes comme autant de lignes obliques moins foncées. A droite, une ombre qui semble animée de battements est donnée par le cœur. L'ombre portée par le foie suit les mouvements respiratoires. Tout le reste du thorax apparaît en clair, le médiastin étant masqué par la colonne vertébrale. Voici

l'aspect normal du thorax sain (*fig.* 95). S'il y a des lésions pulmonaires, les zones de transparence vont se trouver modifiées et, d'après les observations originales de M. Bouchard, les épanchements pleurétiques constituant des ombres plus foncées, les dimensions de la partie opaque indiqueront très exactement l'étendue de la lésion. D'autre part, le médiastin repoussé latéralement par l'épanchement d'un des côtés porte une ombre dans le voisinage de la colonne, du côté opposé. Au fur et à mesure de l'amélioration du malade et dans le cas de la résorption progressive de l'épanchement, on voit la teinte claire qui est l'indice d'un état normal revenir peu à peu jusqu'à complète guérison (*fig.* 96).

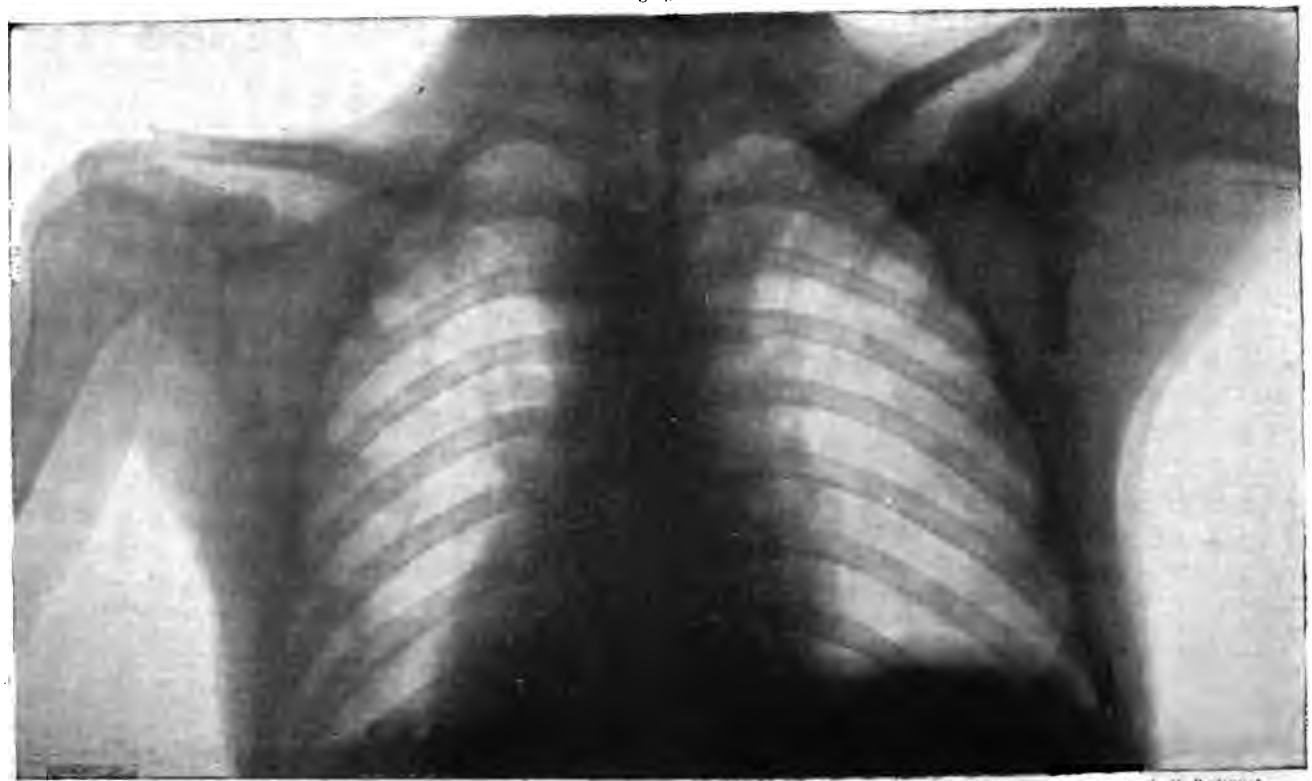
M. Bouchard a pu également, grâce à ce moyen d'exploration, diagnostiquer même dans les périodes initiales la tuberculose pulmonaire et reconnaître l'existence des cavernes, et aussi l'adénopathie trachéo-bronchique, l'ectopie cardiaque, l'hypertrophie du cœur avec battement des oreillettes à droite du sternum, les dilatations et les anévrismes de l'aorte (*Comptes rendus,* 17 mai 1897).

C'est là, comme on le voit, un merveilleux champ d'études qui viendra soit confirmer l'examen clinique, soit l'éclairer : l'expulsion plus ou moins complète de l'air du poumon par un liquide épanché ou par un tissu morbide infiltré se traduisant par une opacité plus ou moins grande de l'image radioscopique.

Diagnostic chirurgical.

Nous avons déjà examiné d'une manière générale les divers cas dans lesquels la Radioscopie et la Radiographie interviendront pour éclairer le chirurgien dans l'hypothèse des fractures et des luxations. Le praticien peut constater les moindres détails du traumatisme, apercevoir des fissures ou des fêlures qui échappent souvent à la palpation la plus expérimentée. C'est ainsi qu'on a appris combien sont fréquentes les fractures des os du carpe et du tarse que l'on considérait comme rares en raison de la difficulté de leur constatation. Pour les parties profondes du squelette (col du fémur, bassin, vertèbres), le diagnostic se trouve bien facilité quand les procédés ordinaires d'exploration sont notoirement in-

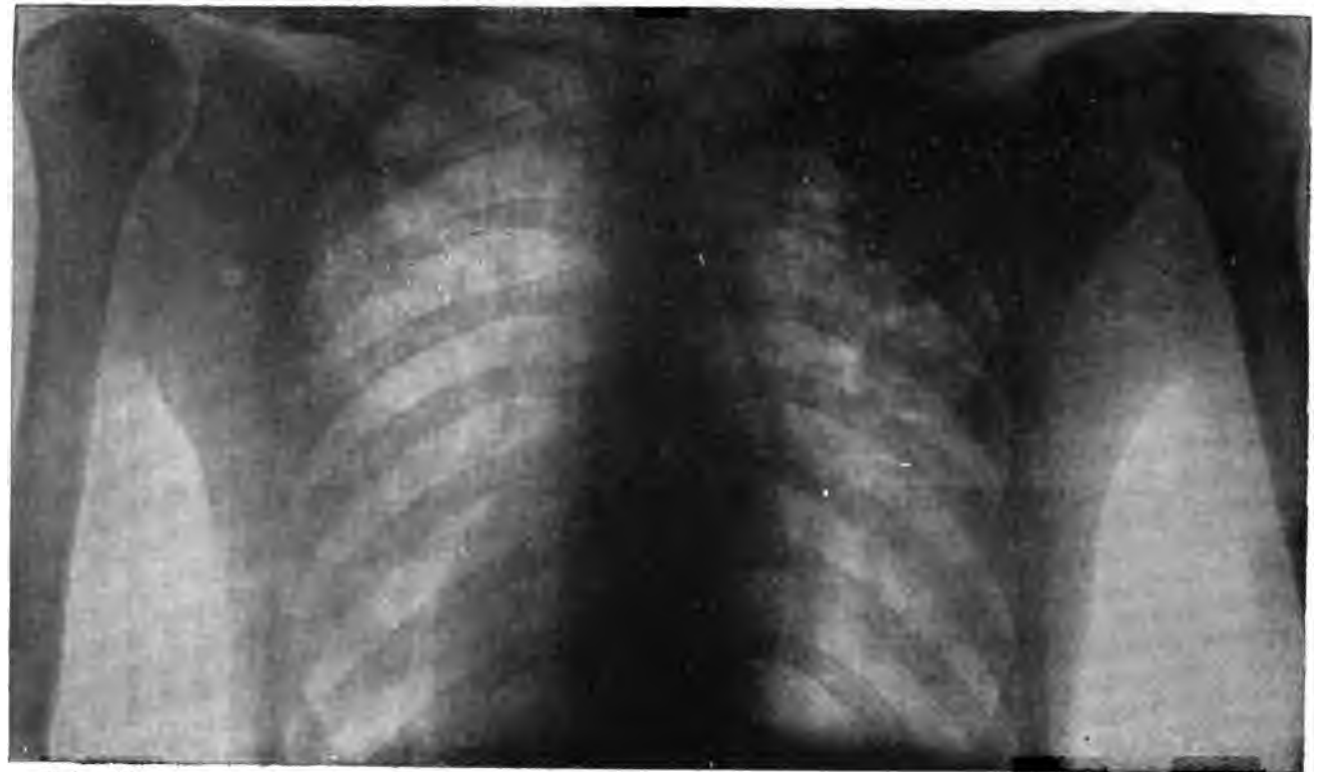
Fig 95.



Rad. positive. Phototype de M. Radiguet.

Thorax normal.

Fig. 96.



Rad. positive. Phototype du Dr de Bourgade.

Thorax tuberculeux.

suffisants. Ainsi que le dit si bien M. le Professeur Gross (de Nancy) dans son discours d'ouverture du onzième Congrès de Chirurgie, qui est d'ailleurs un remarquable exposé des avantages multiples de la Radiographie et de la Radioscopie :

« Il serait à désirer que toute fracture puisse être étudiée aujourd'hui à l'aide des rayons Rœntgen. Le chirurgien serait mieux renseigné sur les particularités de la solution de continuité. La réduction et la coaptation deviendraient plus faciles et plus correctes. L'examen d'anciennes fractures démontre, en effet, que les consolidations les plus régulières en apparence offrent souvent des défectuosités; une coaptation idéale est chose rare.

» En matière de traumatisme articulaire, la Radiographie nous a appris combien, dans les entorses, les fissures et les fractures peuvent passer souvent inaperçues et sont fréquentes. »

Nous nous arrêterons maintenant un instant sur les indications que la Radiographie peut donner dans les affections de la colonne vertébrale; c'est une question que nous avons particulièrement étudiée avec M. Chipault, l'habile chirurgien.

Dans ce cas, la Radiographie sera utilisée pour reconnaître le niveau de la colonne vertébrale qui est malade; cela est particulièrement intéressant dans certains maux de Pott dans lesquels les signes extérieurs font défaut. Elle peut déceler la nature et les détails anatomiques de l'affection considérée : on sait que le mal de Pott et la scoliose sont les plus communes de ces affections. Mais si le plus souvent leurs signes cliniques permettent de les distinguer facilement, il y a cependant des cas douteux. Il est des fausses scolioses qui ne sont que des tuberculoses vertébrales ayant déterminé, au lieu de la courbure antéro-postérieure du rachis, une courbure transversale : la Radiographie en montrant une destruction osseuse avec abcès froid en poche correspondant à la déviation rendra impossible toute fausse interprétation. Inversement, il est des déviations antéro-postérieures du rachis qui sont dues non à la tuberculose, mais au rachitisme ou à l'hystérie : dans ce cas l'intégrité des corps et disques vertébraux constatée permettra de les déceler.

Dans plusieurs cas nous avons reconnu l'étendue et le degré d'évolution de l'affection considérée. C'est ainsi que dans les radio-

graphies de mal de Pott on peut percevoir l'étendue de la poche de l'abcès froid, que dans les radiographies de scoliose en outre de la courbure on constate le degré de torsion des corps vertébraux.

Il est plus rare de pouvoir distinguer les jetées osseuses de guérison dans le mal de Pott; toutefois, dans un cas d'ostéomyélite vertébrale cliniquement guérie, la Radiographie a permis d'affirmer qu'il ne restait plus trace appréciable de lésion au niveau des corps vertébraux autrefois malades.

D'autre part, lorsqu'une opération aura été faite sur la colonne vertébrale, la Radiographie donnera sur les résultats les renseignements les plus précis. S'il s'agit d'une lamnectomie, on aura une idée très exacte de la perte de substance osseuse. S'il s'agit d'une fixation des apophyses ou des lames avec un corps métallique chirurgical, elle permet de vérifier si celui-ci remplit bien le rôle orthopédique qui lui était dévolu. Nous avons pu obtenir aussi la radiographie d'un certain nombre de ligatures ou de griffes apophysaires pour gibbosités à travers le pansement et les planches sur lesquelles étaient immobilisés les opérés : c'est dans l'espèce un très précieux moyen de contrôle qui évite aux malades des déplacements brusques, lesquels dans les circonstances ne pourraient leur être que préjudiciables.

Dans les cas de luxation congénitale de la hanche, question du reste à l'ordre du jour, la Radiographie permettra l'étude des particularités de cette affection ainsi que ses divers degrés. Dans les cas difficiles, elle facilitera le diagnostic, donnera des indications sur le traitement le plus avantageux à appliquer; elle donne d'ailleurs le moyen d'en suivre les effets avec la plus grande facilité.

Diagnostic obstétrical.

Dans cette question particulière, la Radioscopie et la Radiographie permettront *a priori* de s'assurer de la présence du fœtus, de reconnaître sa position, de déceler les grossesses multiples et enfin l'existence des mômes. Peut-être, si les dispositifs se perfectionnent, pourra-t-on un jour reconnaître le sexe de l'enfant, solution qui comblerait de joie bien des parents.

Fig. 97.

Rad. négative.

Cobaye pleine.

A l'heure actuelle nous sommes encore loin de ces résultats, les difficultés opératoires provenant principalement de l'épaisseur des parties à traverser et peut-être aussi des mouvements intra-utérins. Néanmoins, des expériences faites sur les animaux ont donné des résultats concluants. Sur le cobaye, ainsi que l'ont signalé divers opérateurs, on distingue parfaitement toute l'ossature des fœtus et, par suite, leur position exacte. Nous donnons à ce sujet (*fig.* 97) la reproduction d'une belle épreuve qui nous a été confiée par M. Ogier, et qui est des plus démonstratives (¹).

Pour opérer sur la femme enceinte, il paraît donc probable qu'il s'agira uniquement d'une question de puissance de matériel et de pénétration des radiations actives, toutes réserves faites cependant en ce qui concerne les mouvements du fœtus. MM. les Professeurs Pinard et Varnier se sont occupés très activement de résoudre le problème, mais n'ont pu obtenir encore d'épreuves satisfaisantes dans la seconde moitié de la grossesse. Par contre, ils ont signalé des résultats très importants en ce qui concerne la pelvigraphie. Opérant sur des femmes non gravides ou grosses de moins de six moins, ils ont obtenu des radiographies parfaites montrant la silhouette nette et détaillée du bassin et de ses connexions fémorales et vertébrales. De cette manière, on peut diagnostiquer d'une façon précise, dans les cas qui laissent des doutes au clinicien le plus expérimenté, la symétrie ou l'asymétrie pelvienne, le siège et le degré de l'asymétrie, la présence ou l'absence d'atrophie sacrée ou d'ankylose sacro-iliaque. Les auteurs comparent leurs radiographies à des bassins squelettiques types en établissant des *silhouettes étalons* qui permettent d'apprécier les dimensions du détroit supérieur et donnent ainsi des renseignements précis dont l'utilité n'est pas discutable.

Pour obtenir des images comparables et effectuer des mesures, il est indispensable d'opérer à une distance déterminée. MM. Pinard et Varnier placent l'ampoule à 51^{cm} de la plaque sensible; elle est orientée de manière que le miroir soit parallèle à celle-ci et qu'il corresponde au plan médian du corps, d'une part, et, de l'autre, au plan des épines iliaques antérieures et supérieures.

(¹) Ce résultat très intéressant a été obtenu une fois l'animal sacrifié, sur le vivant il est impossible d'obtenir une pareille netteté.

La durée de pose, après expérience, est réglée à deux minutes par centimètre d'épaisseur au point visé; elle varie donc de trente à quarante minutes ([1]).

Depuis, ainsi qu'il résulte d'une communication de M. Pinard à l'Académie de Médecine (27 avril 1898), M. Vaillant, l'habile opérateur de la Maternité Baudelocque, serait arrivé à réduire considérablement la durée d'exposition qui aurait été abaissée à soixante-dix secondes pour un bassin de femme. Aucune description du procédé opératoire n'a été donnée par l'auteur, aussi nous permettrons-nous de faire toutes nos réserves. Nous considérons comme un devoir, pour tous ceux qui s'occupent de Radiographie dans les services hospitaliers, de publier sans restriction aucune les résultats de leurs travaux; les progrès accomplis, dont le mérite restera d'ailleurs toujours attaché au nom de leurs auteurs, devant être immédiatement appliqués par tous pour les besoins des malades.

En terminant, nous croyons devoir signaler un mode opératoire particulier qui vient d'être récemment indiqué et paraît susceptible de donner des résultats intéressants; il consiste à introduire dans les cavités naturelles le tube de Crookes et à opérer la radiographie dans ces conditions.

M. Bouchacourt, interne des hôpitaux, a obtenu ainsi de belles épreuves de la symphise pubienne (9 mars 1898); il espère pouvoir aussi radiographier les parties latérales du bassin et principalement les épines sciatiques que l'on ne distingue pas dans les clichés ordinaires : peut-être arrivera-t-on par ce procédé à prendre le fœtus *in utero*. Cette méthode permettra de radiographier les maxillaires, les corps vertébraux, etc.

Pour réaliser ces expériences, on devra employer des ampoules spéciales, et leur illumination par le courant de la bobine ne paraît pas facile à réaliser, l'isolement nécessaire du courant induit n'étant pas possible à obtenir; il faudra utiliser le procédé indiqué par MM. Rémond et Noé. Les auteurs emploient une machine statique spéciale dont le pôle positif est mis à la terre.

([1]) *Annales de Gynécologie*, octobre 1897.

Accidents opératoires.

A peine avait-on commencé l'application de la Radiographie aux études médicales, que l'on signalait de divers côtés des accidents particuliers survenant chez les sujets en expérience et même chez les opérateurs. Il est intéressant de signaler ces troubles, d'en reconnaître l'étendue et de dire s'ils sont une conséquence forcée de l'action des rayons X, ou si, au contraire, ils ne proviennent pas d'une technique opératoire défectueuse ou d'une prédisposition individuelle du sujet traité.

Première observation, publiée par le Dr Rad Crœker (1). — Radiographie de thorax. Distance de l'ampoule 12cm. Pose : une heure. Le lendemain, dans la partie exposée la peau devient sensible et rougit fortement; elle devient peu à peu noire et, au bout de six jours, complètement rigide et tendue : au neuvième jour apparaissent des vésicules qui augmentent en nombre et en étendue. La partie qui était la plus exposée au rayonnement de l'ampoule forme une plaque grande comme la main, de couleur rouge pourpre, les bords nettement limités et saillant d'une façon très nette. De grandes vésicules disséminées sur cette plaque s'ouvrent en laissant des excoriations qui ont été très longues à guérir. Au bout de deux mois il restait encore un ulcère de la grandeur d'une pièce de 1 franc.

Deuxième observation, publiée par M. Soret (2). — Radiographie de bassin. Ampoule Colardeau, à 1cm de l'épigastre, avec interposition d'une feuille de celluloïd. Temps réel de pose : vingt minutes. Six jours après, apparition dans la région exposée d'une tache rouge de 6cm de diamètre avec un centre blanc de 2cm. Légère douleur au toucher. Huit jours après, douleurs profondes; le médecin applique une pommade au menthol : une suppuration abondante s'établit qui dure un mois. Pendant cette période, une

(1) *British med. Journal*, 2 janvier 1897.
(2) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 7 avril 1897.

plaie de même nature, mais plus petite, survient à la jambe au-dessus de la cheville : elle est très douloureuse, oblige au repos absolu et se cicatrise au bout d'un mois. La plaie de l'épigastre, dont le diamètre s'était réduit à la partie blanche et qui ne suppurait plus, grâce à l'application de compresses d'acide borique, forme une escarre très douloureuse. Trois mois après, la malade n'était pas remise. M. Soret fait remarquer que le sujet était essentiellement nerveux, et que la production de la plaie à la jambe qui n'avait pas été exposée aux radiations indique une prédisposition particulière.

Le même auteur signale une autre expérience dans laquelle il y a eu également une tache rouge, destruction de la peau, mais sans douleur ni escarre. Le tube était placé à 20^{cm} (tube Colardeau; pose réelle une heure).

Troisième observation. — M. G. Apostoli signale un cas très grave de dermatite, à la suite de deux applications des rayons X (1). La première séance avait duré quarante minutes, le tube de Crookes étant distant de 15^{cm} de la peau; la seconde avait duré une heure et demie, le tube étant rapproché à 9^{cm}. Quelques nausées sans vomissement après chaque séance, l'érythème progressif se déclare deux jours après la deuxième séance. Il a fallu près d'un an de soins variés et continus pour obtenir la guérison.

Quatrième observation. — M. le Dr Paul Richer et nous-même avons présenté à l'Académie deux cas d'érythème des mains, observés chez des opérateurs qui manient journellement les rayons X et qui surtout interposent souvent leur main derrière l'écran radioscopique.

Cette affection cutanée présente les caractères suivants :

La peau est lisse, luisante, rouge, violacée, offrant un peu la coloration des engelures.

La surface en est durcie, comme parcheminée. La peau paraît un peu épaissie et se laisse plus difficilement déplacer sur les parties profondes (*fig.* 98).

---

(1) *Comptes rendus,* 14 juin 1897.
(2) *Ibid.,* 31 mai 1897.

Les plis, rides et sillons sont très accentués; et le fond des plis, d'aspect blanchâtre, s'ulcère quelquefois. Il se produit alors quelque chose d'analogue aux crevasses survenant sous l'influence du froid.

L'épiderme s'écaille et s'enlève par places. La face palmaire, chez l'un de nos sujets, présente le même aspect de sécheresse, de dureté et de plis blanchâtres.

Les poils de la face dorsale de la main, et des doigts ont complètement disparu, et leur place est marquée d'un point noir correspondant au bulbe

Fig. 98.

Érythème des mains.

pileux. Sur un de nos sujets, l'annulaire muni d'une grosse bague en or a conservé à ce niveau, à l'endroit circulaire recouvert par le bijou, l'aspect normal de la face. A la face dorsale existe encore une petite touffe de poils, les seuls qui persistent sur toute la main.

Les ongles n'ont pas subi une altération moins profonde. Ils sont aplatis, amincis, friables, striés comme plissés longitudinalement et douloureux à la pression. On est en droit de se demander si, comme les poils, ils ne finiraient pas à la longue par disparaître.

Les mouvements des doigts et de la main, dans leur ensemble, sont gênés par la raideur de la peau. On observe un léger degré de tremblement. La force musculaire n'a pas paru diminuée et il n'y a pas d'émaciation.

Il n'existe pas de douleur, à proprement parler, mais une sensation de gêne et, par instants, à l'extrémité des doigts, une sensation de serrement analogue à celle produite par des gants trop étroits.

En même temps, le sens du toucher est légèrement obscurci. Par contre, chez l'un de nos sujets, le plus gravement atteint, il se serait développé une sensibilité spéciale. Il prétend, en effet, qu'il peut reconnaître la présence et l'intensité des rayons X à une sensation de chaleur spéciale sur sa main, sensation qu'il dit ne pas confondre avec les picotements des effluves électriques.

La marche lentement mais nettement progressive de l'affection nous a conduits à donner à nos deux sujets le conseil d'interrompre, tout au moins momentanément, leurs travaux dans la crainte que ce qui n'est maintenant qu'une gêne et une incommodité ne devienne, en s'aggravant, une affection sérieuse, d'une guérison difficile et peut-être incertaine.

Dans l'observation relatée plus haut et dans d'autres on indique fréquemment la chute des poils; c'est là encore un accident qu'il faut signaler.

Première observation, publiée par M. Daniel. — Radiographie du crâne d'un enfant pour la recherche d'une balle. Distance de l'ampoule 1^{cm}. Pose une heure. Les cheveux tombèrent sur un diamètre de 6^{cm} au bout de vingt et un jours, la peau restant saine : pas de douleurs.

Deuxième observation, publiée par le Dr Foveau de Courmelles (1). — L'homme momie, ce sclérodermique si curieux qui a visité toutes les cliniques et toutes les Facultés de l'Europe, est radiographié en son entier par M. Radiguet. Deux poses de quarante minutes sont faites. Tout le côté de la tête exposé est absolument dénudé (*fig.* 99). Un mois après les cheveux repoussent.

On cite également des modifications de la substance des ongles, ceux-ci pouvant même tomber (2). Nous donnons la reproduction d'un cas de ce genre très complet, il s'agit des mains d'un opérateur radiographe qui présentent à la fois l'érythème et l'altération des ongles (*fig.* 100).

---

(1) *Traité de Radiographie médicale et scientifique.* Paris, Doin; 1897.

(2) Observation publiée par le journal anglais *Nature* et rapportée dans la *Technique des rayons X* du Dr Henri van Heurck.

Il est possible aussi que l'action prolongée des rayons X sur les yeux produise des accidents graves.

Enfin MM. Gaston Seguy et Quénisset ont signalé des troubles

Fig. 99.

L'homme momie.

particuliers du cœur qui se traduisent par des palpitations insupportables et des battements très violents et très irréguliers.

Après ce tableau peu encourageant des accidents opératoires qui peuvent survenir soit chez l'opérateur, soit chez l'opéré, il convient de discuter non pas les résultats annoncés qui sont indéniables, mais les conditions opératoires qui ont été réalisées. On constatera de suite que tous les troubles signalés ont été causés soit par le rapprochement trop exagéré de l'ampoule, soit par la durée prolongée de l'exposition, soit enfin par la répétition d'expositions courtes mais fréquentes.

Tout d'abord le rapprochement exagéré de l'ampoule est à notre avis une erreur complète; quelle que soit l'action des rayons X sur l'organisme, il est évident qu'ils se comportent comme les autres radiations lumineuses ou calorifiques, qui sont aisément supportées à une distance convenable et provoquent au contraire des accidents graves à courte distance. On se chauffe avec plaisir devant

Fig. 100.

Érythème et altération des ongles.

un foyer et l'on se brûle profondément si l'on place un instant le doigt dans la flamme; on s'éclaire journellement avec des lampes électriques puissantes sans inconvénient aucun, veut-on regarder l'arc de trop près, les yeux sont gravement atteints. Il en est de même pour les rayons X qui, dangereux à courte distance, deviennent inoffensifs à une plus grande.

Ces considérations nous paraissent établies d'une façon très nette à la suite des nombreuses expériences que nous avons faites depuis trois ans. Malgré des poses qui ont atteint une fois cinq heures consécutives (bassin de coxalgique, février 1896) et plusieurs fois deux heures (radiographies de crâne, novembre 1896), nous n'avons jamais observé un seul cas d'érythème ou de chute

de poils. Au contraire, dans un traitement de tumeur du cou, l'ampoule ayant été placée intentionnellement à 5^{cm}, nous avons dû interrompre le traitement après cinq séances d'une heure.

M. Destot [1] arrive aux mêmes conclusions et, se basant sur le laps de temps qui s'écoule généralement entre l'application des rayons X et l'apparition des troubles, n'admet pas une action directe immédiate sur les tissus produisant des changements physiques et chimiques capables d'amener une nécrobiose au bout d'une pareille période. Il signale comme cause des troubles non les rayons X, mais l'onde électrique et sa forme. Il se crée, en effet, dans le voisinage immédiat de l'ampoule, un champ électrique très intense que certaines personnes perçoivent même parfaitement. En dehors de ce champ, les troubles ne se produisent plus et une simple feuille d'aluminium reliée à la terre et interposée entre l'objet et l'ampoule empêche tout accident.

Enfin, dernière expérience qui appuie d'une façon très péremptoire l'opinion de M. Destot, les troubles ne se produisent plus lorsqu'au lieu de la bobine d'induction on emploie une machine statique. On obtient les mêmes effets radiographiques, seuls les effets électriques varient.

M. Apostoli est également d'avis que les troubles produits en dehors de l'état constitutionnel du sujet qui peut amener des variations dans l'étendue des lésions, sont assimilables à une brûlure électrique ordinaire dont ils présentent les mêmes caractères.

En ce qui concerne l'action sur le cœur, il nous faut faire les réserves les plus absolues : en effet, s'il ressort des expériences de MM. J. Sabrazès et P. Rivière que le cœur des animaux à sang froid n'est nullement influencé dans son rythme, cette conclusion n'est peut-être pas applicable à l'homme.

Il résulte de cette discussion que la généralité des accidents signalés proviennent de fautes opératoires et très vraisemblablement d'actions électriques : la liste de ceux qui ont été signalés est du reste bien peu nombreuse si l'on songe aux milliers d'expériences qui ont été faites depuis la découverte de Rœntgen : il faudra donc en pratique éviter d'opérer à courte distance et de

---

[1] *Comptes rendus*, 17 mai 1897.

rester longtemps et sans motifs dans le voisinage de l'ampoule.

On peut employer encore le procédé indiqué par M. Destot, une feuille d'aluminium reliée au sol. Enfin nous recommandons de placer un écran métallique entre l'opérateur et l'ampoule : de cette façon on obtient une zone dans laquelle les radiations actives ne sauraient pénétrer (1).

Pour les personnes qui sont amenées fréquemment à faire des expériences de Radioscopie, elles devront autant que possible éviter d'appliquer leurs mains derrière l'écran. Elles pourront munir leurs yeux de lunettes ou de lorgnons en verre spécial qui arrêteront la totalité des radiations actives, tout en laissant percevoir l'image fluorescente (Radiguet).

Traitement par les rayons X.

Les effets produits dans certaines conditions au voisinage de l'ampoule radiographique sont peut-être susceptibles d'exercer sur l'organisme des actions salutaires dont la thérapeutique pourrait faire son profit. C'est là une question toute nouvelle et dans laquelle il nous est difficile de nous prononcer. De tous côtés des expériences sont faites, les unes réussissent, les autres échouent : quelle est la part exacte due dans les premières au traitement spécial, il est difficile de la déterminer.

Contentons-nous donc d'indiquer les cas principaux dans lesquels des essais ont été tentés et signalons les quelques résultats obtenus.

M. le Dr Portaz propose à l'Académie de Médecine d'appliquer les rayons Rœntgen et les courants à haute fréquence au traitement des maladies infectieuses. Divers cas de tuberculose sont traités : on signale des améliorations dans certains cas, résultat nul dans d'autres.

MM. Lortet et Genoud instituent des expériences régulières sur le cobaye. Une série d'animaux sont inoculés, trois restent comme

(1) Cet écran, dont la forme est celle d'un paravent, est représenté *fig.* 54 (E). La partie inférieure est métallique et la supérieure est formée par une lame de verre qui permet à l'opérateur de suivre la marche de l'ampoule.

témoins, trois autres sont soumis aux rayons Rœntgen une heure par jour, pendant six semaines; les témoins offrent des plaies ulcéreuses aux points d'inoculation, les ganglions sont empâtés, l'état général mauvais et la perte de poids grande. Des abcès ganglionnaires s'ouvrent spontanément et laissent échapper une suppuration blanchâtre. Les trois cobayes soumis au traitement radiothérapique n'ont nulle plaie, pas d'engorgement. L'état est excellent et ils ont pu être conservés.

Le fait est assurément intéressant, mais des expériences sur le cobaye peut-on conclure au même résultat sur l'homme, cela est fort douteux.

Il nous paraît difficile de nous arrêter plus longtemps sur cette question qui est encore trop nouvelle et dans laquelle, par suite de contradictions expérimentales, on ne peut encore rien affirmer. Elle sort d'ailleurs du cadre de cet Ouvrage.

CHAPITRE II.

APPLICATIONS DIVERSES.

Toutes les applications de la Radiographie reposent sur les différences de transparence qui existent entre les divers corps, ou pour un même corps, sur les inégalités d'épaisseur que ce dernier présente. Lorsque plusieurs corps de transparence variable seront observés simultanément, ils se différencieront les uns des autres par l'illumination plus ou moins grande de l'écran fluorescent ou la réduction plus ou moins prononcée des sels d'argent de la plaque photographique. Ceux qui par leur nature ou leur épaisseur constitueront un obstacle absolu pour les radiations se traduiront par une zone d'obscurité sur l'écran, ou par une absence d'action sur la plaque qui restera transparente à l'endroit correspondant. Ces objets qui forment écran seront donc visibles par différence et comme de véritables ombres chinoises ne présentant aucun détail : au contraire, les corps qui se laissent plus ou moins traverser présenteront non seulement des valeurs résultant de leur transparence propre, mais encore des détails provenant des différences d'épaisseur.

Par suite de ces considérations, les applications de la Radiographie peuvent être innombrables et dans nombre de recherches on aura à utiliser ce nouveau moyen d'analyse. Il faudra se pénétrer des recherches théoriques qui ont été faites jusqu'à présent sur la transparence des divers corps : les coefficients de perméabilité aux rayons X indiquant d'une manière très précise les essais qui peuvent être tentés dans tel ou tel ordre d'idées et avec quelque chance de succès. A ce point de vue, l'étude du Tableau de MM. Battelli

et Garbasso que nous avons publié précédemment est fort intéressante (*voir* p. 96).

M. Jean Perrin, aussitôt après la publication du Mémoire original de Rœntgen [1], signale la transparence à peu près complète du bois, du papier, de la cire, de la paraffine. Viennent ensuite, à peu près rangés dans l'ordre d'opacité croissante, le charbon, l'os, l'ivoire, le spath, le verre, le quartz (parallèle ou perpendiculaire à l'axe), le sel gemme, le soufre, le fer, l'acier, le cuivre, le laiton, le mercure, le plomb.

M. Chabaud [2] examine plus spécialement la transparence des métaux usuels et il consigne les résultats suivants. Les divers métaux laminés à l'épaisseur de $0^{mm},2$ étaient rangés dans l'ordre que voici : plomb, zinc, cuivre, zinc amalgamé, étain, acier, or, argent, aluminium et platine. Sous cette épaisseur tous ces métaux ont une transparence appréciable, sauf le platine qui est parfaitement opaque. L'aluminium offre le maximum de transparence. Le mercure, sous l'épaisseur de $0^{mm},1$, est aussi opaque que le platine.

L'étude de la transparence de certains liquides a été faite par MM. Bleunard et Labesse [3]. Les liquides en expérience étaient placés dans des récipients en papier paraffiné. L'eau se laisse facilement traverser. Les solutions de borate de soude, de permanganate de potasse sont moins perméables; les solutions de bromure de potassium, de chlorure d'antimoine, de bichromate de potasse offrent une résistance encore plus considérable.

Le sang est également traversé et c'est ce qui explique que la Radiographie ne nous donne pas de traces de la circulation sanguine dans le corps humain.

Radiographie des pièces molles.

Une des applications les plus importantes qui aient été faites est celle qui consiste à rendre visibles par la Radiographie des organes ou des parties qui échappent par leur transparence trop

---

(1) *Comptes rendus*, 27 janvier 1896.
(2) *Ibid.*, 5 février 1896.
(3) *Ibid.*, 2 mai 1896.

Fig. 101.

Rad. positive. Phototype de M. Guilloz.

Fœtus injecté.

grande : ce résultat s'obtient par l'injection de substances présentant une certaine opacité pour les radiations spéciales (*fig.* 101).

M. Jean Perrin en introduisant un liquide métallisé dans le système circulatoire de la grenouille rendait celui-ci parfaitement apparent. Des tentatives analogues sont faites en Allemagne par Braus et à Vienne par Lindenthal et Haschek.

En France, en appliquant une idée suggérée par M. le Professeur Marey, MM. Ch. Remy et Contremoulins [1] obtiennent par radiographies la reproduction entière du système artériel jusque dans ses plus petites ramifications. Les auteurs injectent une solution contenant des poudres métalliques impalpables, ils se servent d'une solution de cire à cacheter dans l'alcool à laquelle on mélange de la poudre de métal vendue dans le commerce sous le nom de *bronze*. L'injection se fait à froid.

Les mêmes auteurs ont cherché également à rendre visibles sur le cadavre les muscles, les ligaments et les tendons qui ne sont pas perçus à cause de leur transparence. Ils emploient une méthode empruntée à l'Histologie, et qui consiste à produire à la surface et dans l'épaisseur des tissus un précipité de chromate d'argent.

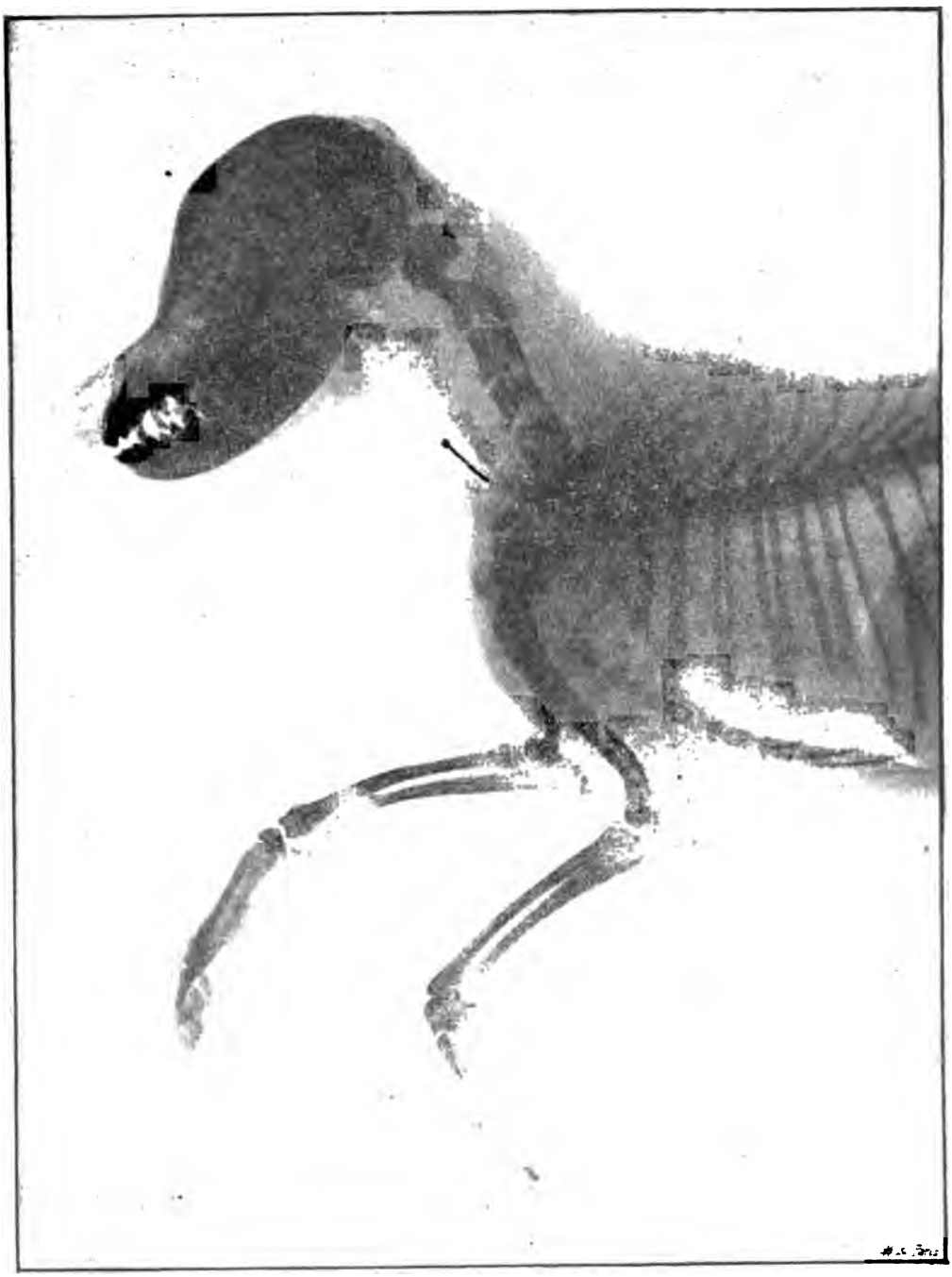
MM. Bérard et Destot, ayant constaté que le procédé d'injection de liquides contenant des substances métalliques en suspension pouvait présenter divers inconvénients, par suite de l'obstruction de certaines fibres artérielles, ont eu l'idée de produire par voie chimique le précipité métallique dans l'intérieur des vaisseaux au moyen de l'injection successive de deux solutions liquides. On injecte d'abord une solution aqueuse de sous-acétate de plomb ou de nitrate d'argent, puis aussitôt après un agent réducteur, tel que le sulfhydrate d'ammoniaque, le sulfure de carbone ou l'aldéhyde. En employant, par exemple, une solution de nitrate d'argent à $\frac{1}{50}$, puis une solution d'aldéhyde formique également à $\frac{1}{50}$, additionnée d'une petite quantité de potasse, les auteurs ont pu obtenir des radiographies magnifiques du cerveau, dans lesquelles l'argent réduit indique les plus fines ramifications artérielles.

Cette méthode générale est destinée à rendre les plus grands services à l'Anatomie, à la Physiologie, à la Biologie, et elle a déjà

---

[1] *Comptes rendus*, 2 novembre 1896.

Fig. 102.



Rad. positive.

Avant-train d'un chien étouffé par l'arrêt d'un clou dans l'œsophage.

été appliquée à de nombreuses recherches : circulation du rein, de l'utérus, des poumons, du cerveau, etc. Elle sera particulièrement précieuse en Histoire naturelle et donnera des résultats que la dissection ne permettait pas d'obtenir.

Applications à l'Histoire naturelle.

Du reste, la Radiographie, qui permet d'étudier les pièces de collections soit sèches, soit conservées dans l'alcool, sans les altérer en quoi que ce soit, va devenir d'un usage courant dans les laboratoires. En effet, ni les poils, ni les plumes, ni les écailles n'empêchent la reproduction du squelette interne; il sera donc possible d'obtenir soit sur le vivant, soit sur l'animal mort, des renseignements immédiats avant de poursuivre telle ou telle expérience ou de procéder à la dissection. C'est, à notre avis, une révolution complète dans les méthodes d'expérimentation, puisqu'il n'est plus nécessaire dans certains cas de sacrifier l'animal et qu'il devient possible de le conserver dans son intégrité.

La *fig.* 102 représente l'avant-train d'un chien mort subitement. Un clou arrêté dans l'œsophage était cause de la mort. La Radiographie a permis d'obtenir ce résultat en quelques instants et a rendu l'autopsie inutile.

La *fig.* 103 montre tout le squelette d'un poisson de collection, desséché. On aperçoit même l'hameçon qui avait servi à le prendre.

Les mêmes procédés peuvent être employés en Botanique et rendront également de nombreux services.

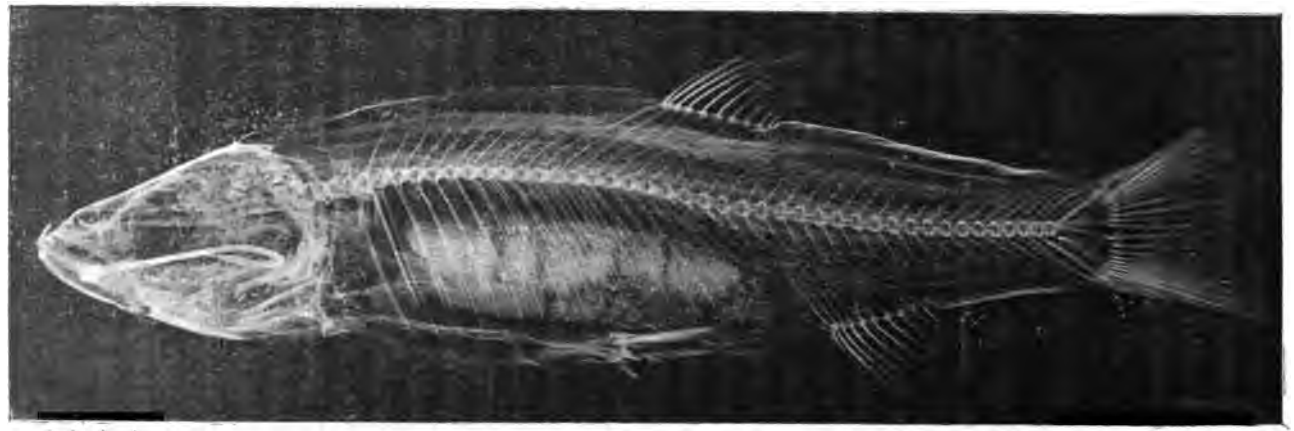
En Paléontologie, M. Lemoine a présenté des épreuves qui montrent que l'on peut obtenir des résultats très complets sur les pièces fossiles et les coquillages dont la Radiographie révèle avec la plus grande facilité la structure interne (*fig.* 104). Nous-même avons publié des épreuves de ce genre dès le début de la Radiographie [1].

On a pu également appliquer la Radiographie à l'étude des momies et, sans détériorer ces pièces rares, arriver à connaître exac-

---

[1] Voir *la Nature*, 13 juin 1896.

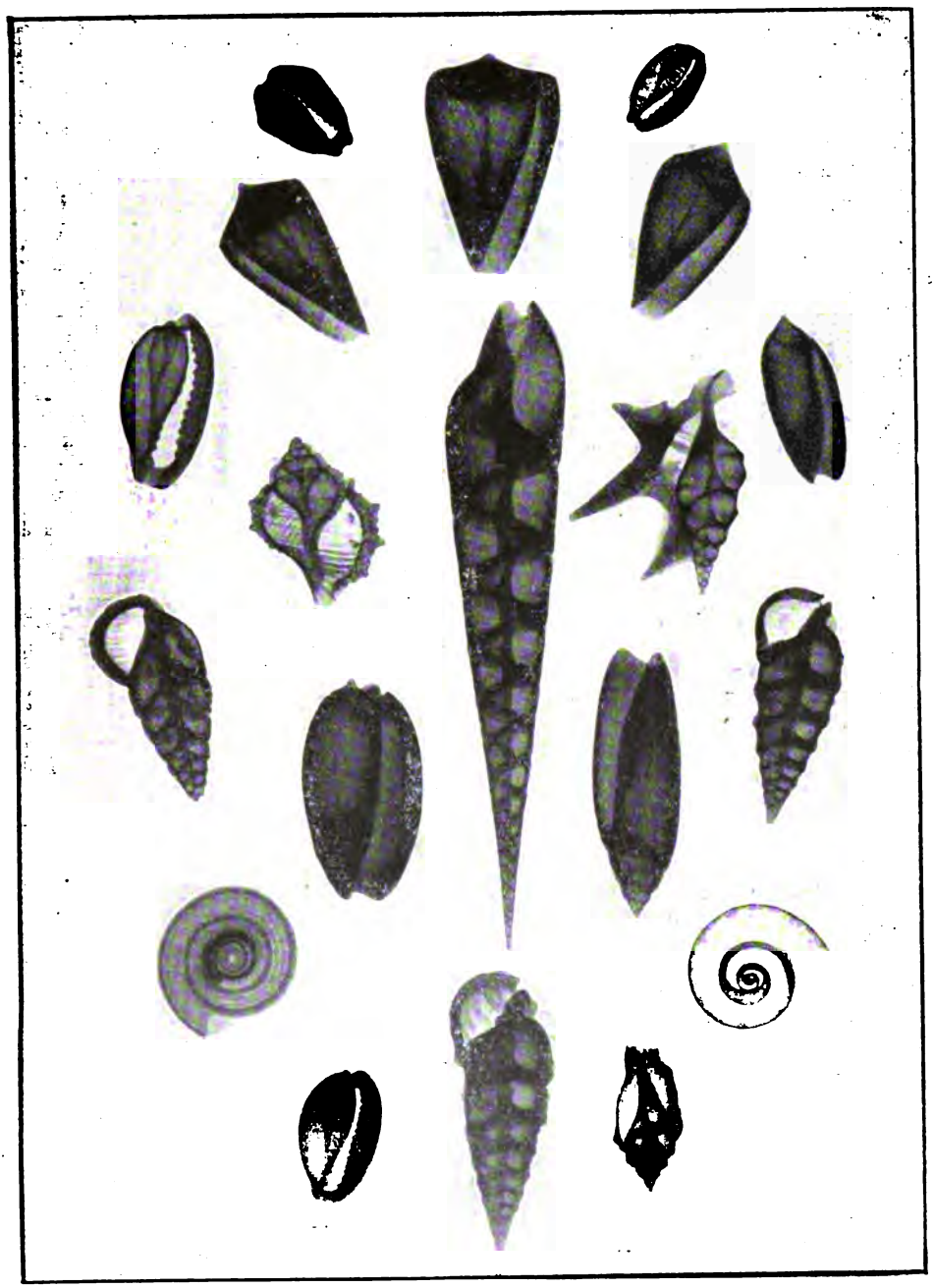
Fig. 103.



Rad. négative. Phototype de M. Ogier.

Squelette de poisson (pièce de collection desséchée).

Fig. 101.



Rad. positive.

Coquillages_divers.

Fig. 105.

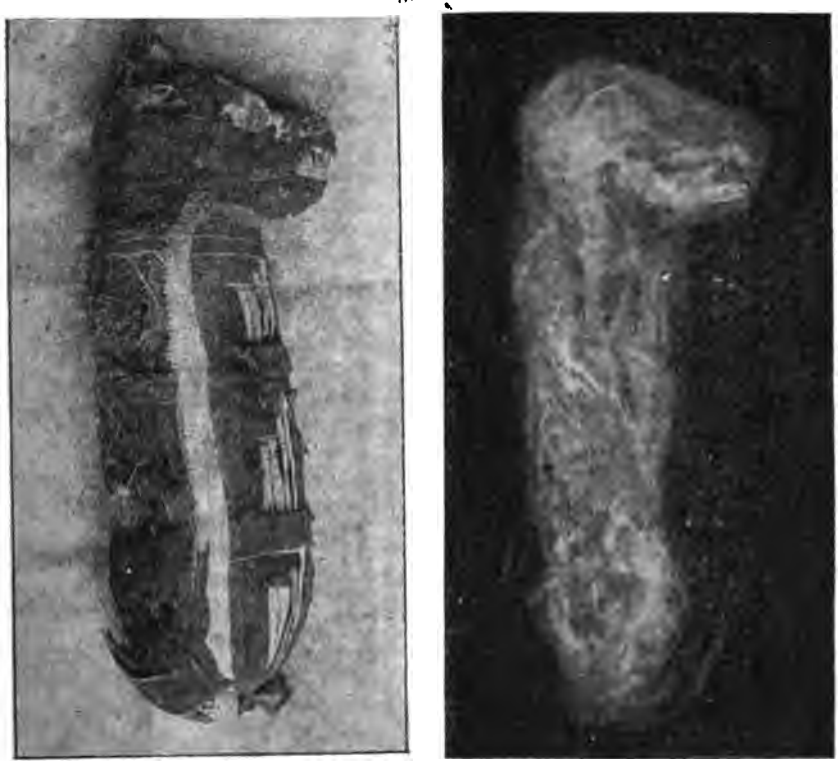
Momie de chien (photographie).

Rad. négative.

Momie de chien (radiographie).

tement leur contenu. Une étude générale de toutes les momies conservées dans les divers musées du monde entier serait d'un grand

Fig. 106.



(Photographie.) Rad. négative. (Radiographie.)

Momie de chat.

intérêt : elle réservera peut-être quelques surprises désagréables, mais à côté elle révélera certainement des faits intéressants.

Cette question a été étudiée par nous et nous mettons sous les yeux du lecteur deux exemples intéressants. Les momies que nous avons examinées provenaient de la collection du Dr Fournier. Sans la forme, leur aspect est semblable, et elles sont authentiques toutes les deux. Cependant l'une n'est qu'un simple jouet (*fig.* 105), tandis que l'autre renferme des ossements d'animaux (*fig.* 106).

Rad. positive. Phototype de M. Loste.

Fig. 107. — Squelette d'une momie.

Un de nos collègues, très habile radiographe, M. Loste (de Reims),

Fig. 108.

Rad. negative.

Crâne de momie.

a pu reproduire une momie entière dans son sarcophage. Grâce à son obligeance, nous pouvons en donner la reproduction (*fig.* 107) D'après la formation du système osseux, on reconnaît qu'il s'agit

du squelette d'un enfant : le sarcophage ne contenait ni armes ni bijoux.

Pour montrer la finesse que l'on peut obtenir actuellement, nous publions le détail d'une tête de momie provenant également de la collection de M. Fournier (*fig.* 108).

Recherche de falsifications diverses.

Étant donnée la transparence inégale des divers corps, la Radiographie permettra de reconnaître très facilement les substances étrangères ajoutées à un produit quelconque.

C'est ainsi qu'on a pu constater l'addition de matières minérales dans le safran ou dans les laques végétales ou animales : le sulfate de baryte, qui est fréquemment employé par les falsificateurs, à cause de son poids et de sa faible valeur, est aisément reconnu. De même le sulfate de chaux ajouté à la farine s'aperçoit immédiatement. Si la soie est surchargée de sels de plomb pour en augmenter le poids, la supercherie éclatera de suite.

Dans ce même ordre d'idées, les applications de la Radiographie se multiplieront très certainement et faciliteront l'examen rapide des denrées alimentaires, des substances chimiques ou pharmaceutiques, et de divers produits employés dans le commerce ou l'industrie.

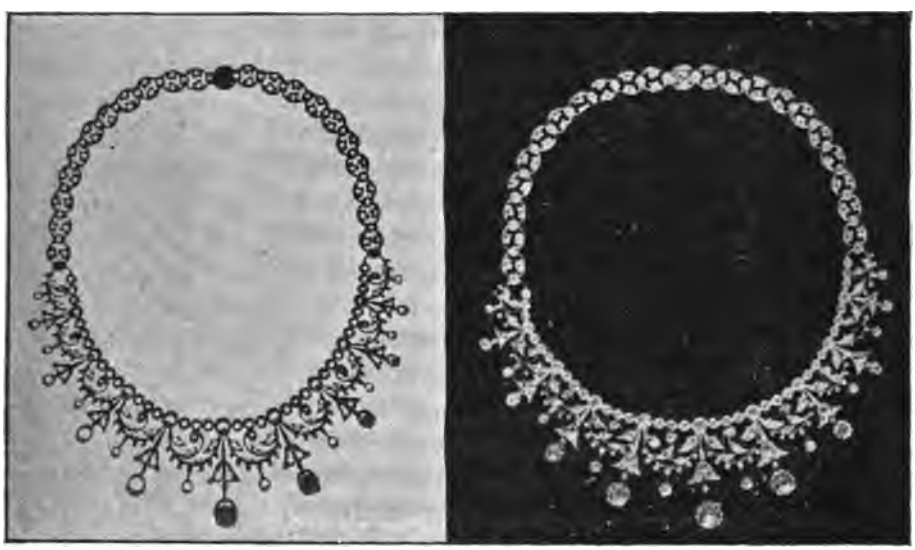
Comme exemple intéressant, l'étude des différentes variétés de carbone et de ses combinaisons non métalliques a permis de distinguer nettement le diamant de ses imitations. Ce résultat a été signalé à peu près simultanément par divers opérateurs et par nous-même. Les diamants vrais (*fig.* 109) se laissent traverser complètement, les imitations sont plus ou moins opaques. Sans qu'il soit besoin de faire de radiographie, l'examen à l'écran permet immédiatement de reconnaître les pierres vraies des fausses.

MM. Abel Buguet et Gascard ont étudié également d'autres pierres précieuses et recherché si la transparence si grande de l'aluminium ne persistait pas dans une certaine mesure dans ses combinaisons. Ils ont constaté que l'alumine cristallisée qui, sous les noms de corindon, rubis, saphir, émeraude, topaze, œil-de-chat,

constitue la plupart des pierres les plus estimées après le diamant, se place entre celui-ci et des imitations simples ou doublées de ces diverses gemmes. La turquoise (phosphate d'aluminium) se distingue nettement de ses imitations; le mellate d'aluminium naturel (mellite) est à peu près aussi transparent que le carbone.

D'autres expériences ont montré que les perles fines de petite taille étaient moins opaques que les fausses de même dimension.

Fig. 109.



Rad. positive. Photographie.

Rivière de diamants contenant quatre pierres fausses (celles-ci sont marquées en noir sur la radiographie positive).

Pour les grosses, la distinction n'est plus aussi nette et le résultat dépend de la confection de la perle fausse.

De nos expériences personnelles il résulte que si aucun doute ne peut subsister dans cette méthode d'analyse radiographique pour la recherche des diamants vrais ou faux, il faut être plus réservé pour celle des perles et des autres pierres précieuses. En particulier, pour le rubis, nous avons trouvé des imitations telles qu'aucune différence appréciable n'était perceptible.

La Radiographie pourra être employée également pour recon-

naître la nature de certains tissus. Le coton, la laine et la soie n'ont pas, en effet, le même coefficient de transparence.

Examen des objets à travers une enveloppe perméable aux rayons X.

Étant donnée la transparence du papier et du bois, rien n'était plus facile que d'examiner le contenu de boîtes diverses, de colis quelconques. Dès le début, nous-même (1) et d'autres opérateurs avons publié des épreuves représentant des objets contenus dans des boîtes scellées et cachetées destinées à l'expédition par la poste. Ce procédé est susceptible d'être employé par l'administration pour reconnaître la sincérité des déclarations d'envois.

Depuis, on a voulu étendre cette application et l'utiliser pour examiner indistinctement tous les bagages des voyageurs pouvant contenir des objets susceptibles de droits et entrés en fraude. L'idée est évidemment bonne en principe, mais de là à l'application pratique il y a de la marge. En effet, sans parler des difficultés techniques qui subsistent toujours et qui nécessitent un personnel spécial et un matériel délicat de maniement, il sera fort difficile de s'y reconnaître au milieu des objets hétéroclites de toute sorte qui remplissent les malles d'un voyageur. Certains objets par leur nature, dentelles, tabac, cigares, cigarettes, seront difficilement perceptibles; d'autres, flacons divers destinés à la toilette, engageront les agents sur de fausses pistes. Ceux qui emploient des boîtes ou même des malles métalliques deviendront suspects. Enfin ceux qui s'occupent de Photographie verront leurs préparations altérées par les radiations indiscrètes; ces derniers ont, du reste, fait entendre des protestations énergiques.

Les essais qui avaient été faits par l'administration ont donc été abandonnés devant les inconvénients nombreux que pouvait avoir cette inquisition tout à fait fin de siècle. Quoi qu'il en soit, cette application, qui peut être susceptible d'être utilisée dans d'autres hypothèses, devait être signalée.

---

(1) GUILLAUME, *Les Rayons X et la Photographie à travers les corps opaques*, p. 116 (Paris, Gauthier-Villars et fils).

Il convient de rapporter également les recherches de MM. Ch. Girard et Bordas qui ont proposé d'employer la méthode Rœntgen pour l'examen des engins explosifs. La première épreuve présentée à l'Académie représentait un livre à l'intérieur duquel était encastrée une boîte en fer-blanc : cette boîte contenait 200gr de fulminate de mercure ; l'amorce consistait en un cosaque en parchemin qui se trouvait fixé d'une part au couvercle du livre et, de l'autre, au fond de la boîte en métal, par l'entremise d'un orifice pratiqué sur la paroi supérieure de celle-ci. Toutes les pages étaient collées et l'on ne pouvait soulever le couvercle sans provoquer l'explosion. La radiographie montre la boîte suspecte. Une autre épreuve représente un livre analogue au précédent, mais dont la partie centrale évidée renfermait une boîte en bois contenant de la poudre de chasse et des projectiles divers : clous, débris de fer, écrous, cartouches de revolver, etc. Ces divers objets se distinguent avec la plus grande netteté.

Radiographies d'objets métalliques.

Si les coefficients de transparence des divers corps les uns par rapport aux autres, tels qu'ils résultent des expériences de laboratoire faites jusqu'à présent, sont exacts, il n'en reste pas moins certain que pour chacun de ces corps le degré de transparence n'est que relatif par rapport à l'énergie de la source productrice des radiations actives. Plus les radiations seront intenses ou plus leur action sera prolongée, plus elles traverseront les corps considérés, à tel point que tel objet que l'on considérait comme opaque finira par se laisser pénétrer. Il y a dans la technique de la Radiographie des mesures à prendre, un rapport rigoureux à établir entre la nature de l'original à reproduire, l'intensité de la source et la durée du temps de pose. Il en est exactement comme dans la Photographie ordinaire ; a-t-on un modèle dont les contrastes soient peu accusés, les différentes valeurs très voisines les unes des autres, on recommande une pose courte et un éclairage plutôt faible. De cette manière les moindres nuances conservent leurs valeurs. Veut-on, au contraire, se servir d'éclairages intenses et d'expositions trop pro-

longées, l'image deviendra grise et monotone. Nous sommes con-

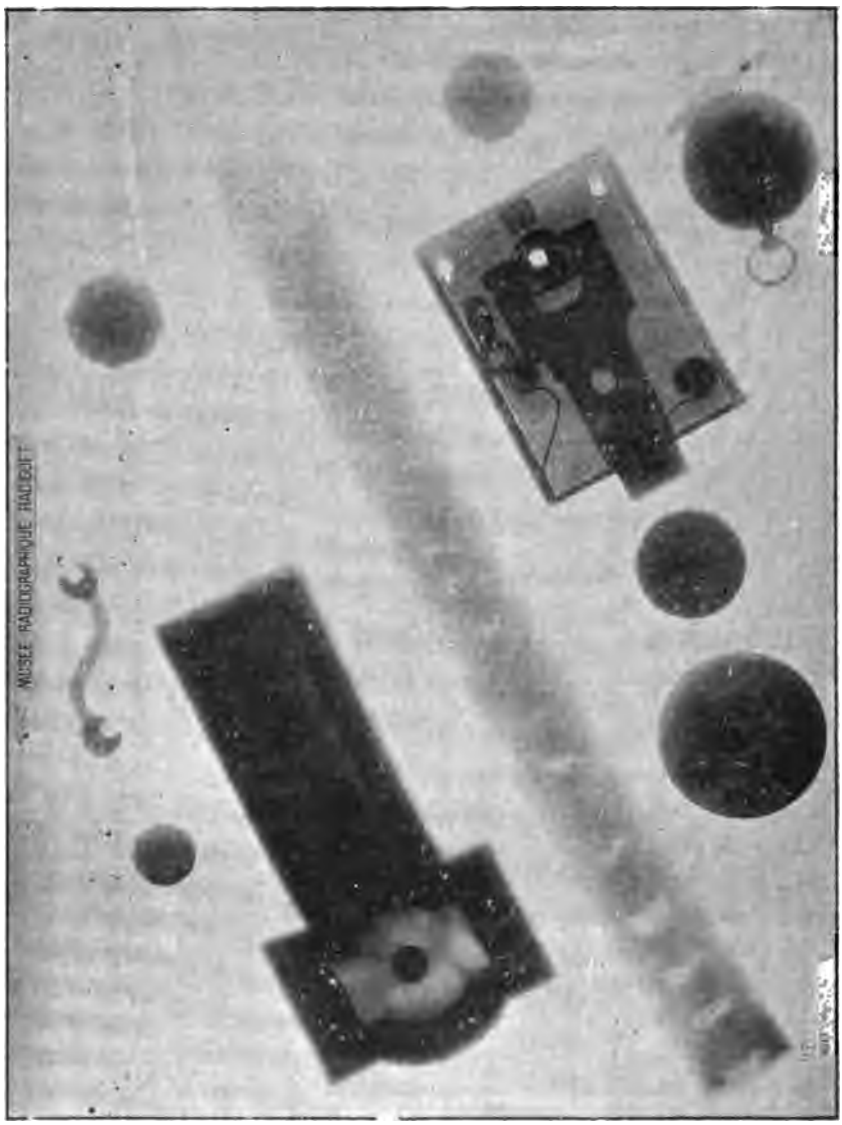


Fig. 110. Rad. positive. Pièces métalliques diverses, Phototype de M. Radiguet.

vaincu d'ailleurs qu'actuellement certains détails nous échappent en Radiographie, parce que les expositions nécessaires, par exemple,

pour fixer l'ossature d'un membre, sont beaucoup trop prolongées pour laisser percevoir les masses musculaires ou les détails des systèmes veineux et artériels. Il est fort possible que des poses très courtes nous donneront des résultats absolument différents. On sait d'ailleurs que si l'on prolonge suffisamment la pose, les os eux-mêmes finissent par disparaître sur la plaque. Nous croyons donc que par la diminution de la pose on arrivera à voir certains organes ou certains tissus qui échappent actuellement à nos recherches. Inversement, plus la puissance des appareils augmentera, plus on obtiendra de résultats en ce qui concerne les corps considérés comme peu transparents ou même opaques.

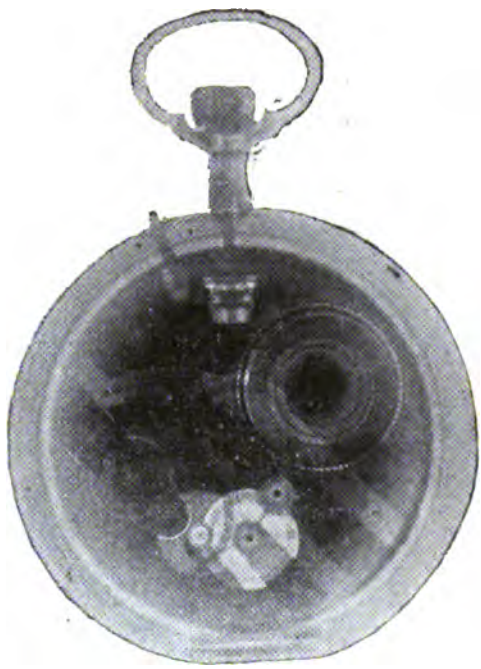
Dans les débuts, certains métaux même en couche mince n'étaient pas traversés. Aujourd'hui, avec des ampoules plus puissantes et une augmentation suffisante de la pose, on arrive à en noter la structure, même sous une épaisseur beaucoup plus forte. Les expériences de M. Radiguet ne laissent aucun doute à ce sujet (1). Des objets très divers ont été disposés sur la plaque photographique : une tige ronde d'aluminium, une serrure, le socle en fonte d'une petite machine recouvrant une pièce de monnaie, une petite clef d'écrou, diverses médailles ou monnaies, un morceau d'ébonite et une montre à boîtier en or (*fig.* 110). Sur la radiographie, tous ces divers objets peuvent être identifiés, à l'exception de l'ébonite et de la médaille d'aluminium, qui, avec la pose d'une heure donnée par l'auteur, avec un tube très pénétrant, ont été complètement traversées en ne laissant plus aucune trace. Les médailles et monnaies laissent voir leurs deux faces, on aperçoit les rouages de la montre, on distingue parfaitement les organes de la serrure et les diverses épaisseurs du socle en fonte, ainsi que la pièce de monnaie qui était cachée dessous. Dans la tige d'aluminium, on aperçoit des parties plus claires qui correspondent évidemment à des défauts, à des soufflures internes qui n'auraient pu être révélés par un autre procédé.

Dans le même ordre d'idées, il convient de signaler les expériences de M. Buguet, qui est arrivé à des résultats très remar-

(1) Voir *la Nature*, 1897, t. II, p. 147.

quables, en protégeant le dos et les côtés de l'objet à radiographier par une enveloppe de plomb. L'auteur est arrivé à reproduire tous

Fig. 111.



Rad. positive. Phototype de M. Radiguet.

Radiographie de l'intérieur d'une montre.

les détails d'une montre dans son boîtier (*fig.* 111) et le mécanisme interne du fusil Lebel.

Ces faits très intéressants seront le point de départ d'applications très importantes en ce qui concerne la vérification des pièces métalliques, que l'on pourra ainsi contrôler avant d'être utilisées.

On a proposé aussi d'employer la Radioscopie pour l'examen des fils électriques dans leur enveloppe; ce procédé permettra de constater s'il n'y a pas de rupture du conducteur et de trouver l'en-

droit endommagé; on pourra également constater le centrage du fil par rapport à son enveloppe isolante.

Comme on le voit par ce rapide exposé de quelques-unes des plus importantes applications de la Radiographie et de la Radioscopie, de nouveaux moyens d'analyse et de recherche sont mis à notre disposition par la belle découverte de Rœntgen. Nous espérons que notre modeste travail pourra être de quelque utilité à tous ceux qui tiennent à utiliser les nouveaux progrès de la Science.

ADDENDA.

Pendant l'impression de cet Ouvrage divers progrès ont été réalisés, quelques applications nouvelles signalées ; nous croyons devoir les décrire rapidement pour éclairer complètement le lecteur sur l'état actuel de la Radiographie.

Durée des ampoules.

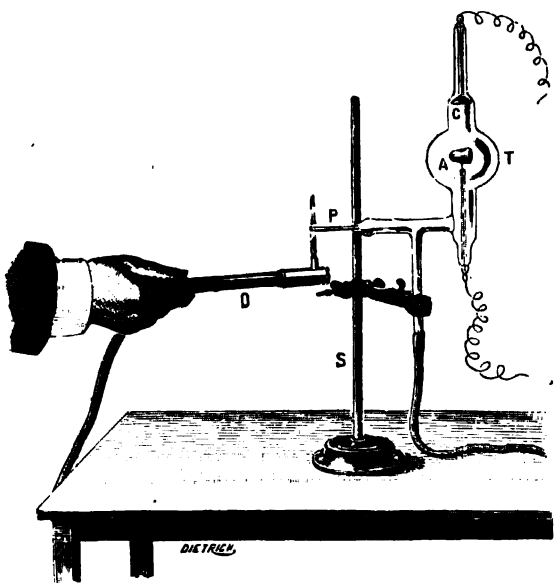
Dans les débuts de la découverte de Rœntgen, par suite des conditions de fabrication insuffisamment déterminées et de la durée excessive des temps d'exposition, les ampoules n'avaient qu'une durée relativement courte et il fallait les remplacer fréquemment : depuis elles ont été notablement améliorées et, comme d'autre part les durées d'exposition ont toujours été en diminuant, une même ampoule peut permettre d'exécuter un nombre considérable de radiographies. Cette année, nous avons travaillé pendant huit mois avec deux ampoules bianodiques qui sont encore en excellent état; l'une d'elles a fonctionné plus de trois cents fois. Avec les ampoules régénérables ou à vide réglable, la durée de service, sauf accident, sera encore beaucoup plus prolongée. La dépense très considérable qui résultait à l'origine de la mise hors d'état rapide d'un plus ou moins grand nombre d'ampoules, va toujours aller en se réduisant.

Ampoule régénérable par osmose. — MM. Chabaud et Villard viennent de créer un nouveau tube régénérable qui est très inté-

ressant et qui paraît supérieur à tout ce qui a été fait dans ce genre jusqu'à présent. Les auteurs utilisent la propriété du platine de devenir perméable à l'hydrogène lorsqu'il est porté à une température suffisante. A cet effet, l'ampoule porte une tubulure latérale qui se termine par un petit tube de platine fermé à son extrémité; ce tube est soudé au verre, bien entendu.

Cette ampoule étant préparée comme d'habitude, si l'on vient à chauffer le tube P au moyen d'un bec Bunsen, d'un chalumeau ou

Fig. 112.

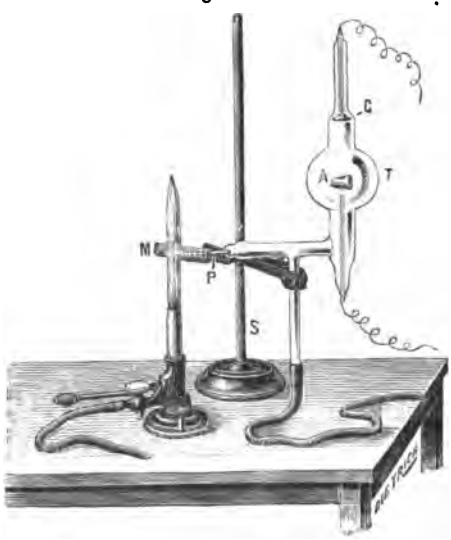


même d'une lampe à alcool (*fig.* 112), le platine va rougir, et l'hydrogène de la flamme va pénétrer par osmose à travers les pores du métal. On augmentera donc par cette manœuvre la quantité de gaz contenue dans l'ampoule, sa résistance diminuera, le phénomène se continuera tant que le platine sera au rouge et, si l'on fait en même temps passer le courant dans l'ampoule, il sera très facile d'amener le tube au point voulu. Cette opération peut s'exécuter au cours même d'une expérience et ne demande d'ailleurs que quelques instants.

Si par hasard on a trop prolongé le chauffage, l'émission des radiations actives diminue, la fluorescence caractéristique de l'ampoule disparaît, le tube de Crookes est transformé en tube de Geissler.

Pour remettre l'ampoule en état, il faut extraire la quantité de gaz en excès qui y a été introduite. On y arrive par le procédé suivant : un petit manchon M, en platine, est disposé autour du tube P, comme l'indique la *fig.* 113. Au moyen d'un fort bec de

Fig. 113.



Bunsen, on chauffe au rouge vif le milieu du manchon en évitant que la flamme n'atteigne les extrémités ouvertes. Dans ces conditions, le tube de platine de l'ampoule rougit encore; mais, comme il n'est plus en contact avec les gaz de la flamme, l'hydrogène qui se trouve en excès à l'intérieur traverse encore par osmose et le vide se fait petit à petit. Lentement l'ampoule reprend ses qualités premières et l'on arrête l'opération lorsque la production de rayons X est suffisante.

Ce modèle d'ampoule, des plus ingénieux, constitue un véritable progrès que nous aurions regretté de ne pas pouvoir signaler.

Réduction des temps de pose.

Notre collègue, M. Buguet, a écrit dernièrement que l'on posait toujours trop en Radiographie. Cette assertion est profondément vraie et concorde parfaitement avec ce que nous avons observé. Lorsqu'une ampoule est en parfait état de fonctionnement, on peut arriver facilement à des poses très courtes. Nous ne saurions trop encourager le lecteur à s'engager résolument dans cette voie où il ne trouvera que des avantages : usure moins grande du matériel et diminution des dépenses d'électricité, clichés plus limpides et plus vigoureux, absence de voile, moindre fatigue pour le patient et rapidité plus grande d'exécution.

Il ne faudrait pas d'ailleurs s'imaginer que la réduction des temps de pose ne puisse être obtenue qu'avec des installations très puissantes, il n'en est rien. Avec une bobine de 20^{cm}, nous avons pu obtenir des radiographies de crâne en une minute. Actuellement, dans notre laboratoire particulier de province, où nous n'utilisons qu'une bobine de 12^{cm}, nous faisons couramment la main en 20 à 30 secondes, la jambe en moins de 2 minutes.

Plaques radiographiques. — Plusieurs fabricants de plaques photographiques, un peu sur nos conseils d'ailleurs, se sont occupés de préparer des plaques spéciales de grande rapidité, ne voilant pas et donnant de beaux noirs. Nous citerons, en particulier, MM. Guilleminot, Perron et Tackels (maison Monckhoven) qui nous ont envoyé des plaques irréprochables et donnant toute satisfaction pour la Radiographie.

Posomètre pour apprécier la durée d'exposition et contrôler le développement des radiographies. — Cet instrument, imaginé par M. Buguet et construit par M. Radiguet, se compose d'une échelle d'opacité constituée par des écrans métalliques juxtaposés. Ces écrans ont chacun $\frac{1}{100}$ de millimètre.

L'échelle est disposée sur une monture de plomb percée d'un petit trou en face de chaque échelon. Elle est fractionnée en trois parties, de façon à être plus maniable.

Ces trois échelles portent des écrans dont les épaisseurs sont indiquées au Tableau ci-joint :

NUMÉROS.....	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Échelle I..	2	4	6	10	16	24	36	54	80	100	Centièmes de millimètre d'épaisseur.
Échelle II.....	16	24	36	54	80	100	120	140	170	200	
Échelle III.....	100	120	140	170	200	230	270	320	360	400	

Ce posomètre sert à étudier et à prévoir la pose nécessaire dans les opérations radiographiques.

Il doit être étalonné par le radiographe, avec le matériel même dont il fait usage.

Graduation. — Pour graduer le posomètre, on place les trois échelles sur une plaque photographique 9 × 12 enveloppée comme d'usage.

On couvre les échelles I et II d'une feuille de plomb d'environ 3^{mm} d'épaisseur.

On actionne le tube de Crookes au-dessus de cette plaque, le foyer étant à 20^{cm} durant 360 secondes = 6 minutes. On découvre alors l'échelle II durant 60 secondes, l'échelle I restant seule protégée par la feuille de plomb. On découvre enfin l'échelle I durant 10 secondes.

On développe la plaque jusqu'à ce que les blancs purs protégés par les montures de plomb soient prêts de se voiler.

Après fixage, on observe les petits rectangles de teintes graduées que l'on voit aux silhouettes des trois échelles.

On constate que les plus pâles de ces rectangles correspondent, par exemple :

Pour l'échelle	I,	à l'épaisseur	24	centièmes	de millimètre;	
»	II,	»	120	»	»	»
»	III,	»	320	»	»	»

Sur une feuille de papier, on écrit les dix-neuf épaisseurs différentes des échelles.

A côté de 24 centièmes de millimètre, on écrit 10 secondes,
» 120 » » » » 70 »
» 320 » » » » 430 »

Car l'échelle . I a posé..... = 10^s;
» II » ..... $10^s + 60^s = 70^s$;
» III » ..... $10^s + 60^s + 360^s = 430^s$.

On fait une nouvelle expérience semblable, mais en employant des poses très différentes des précédentes, et l'on inscrit les nouveaux résultats à la *Table de références*.

Une ou deux expériences encore et l'on aura assez de résultats pour compléter par un calcul approximatif la Table de références.

Lorsque l'on voudra appliquer cette Table à des expériences où le tube doit être placé à une autre distance D de la plaque, on se rappellera que pour obtenir le même résultat, on doit multiplier la pose par $\left(\frac{D}{20}\right)^2$.

Par exemple, pour traverser l'épaisseur 24 centièmes de millimètre à 60^{cm}, il faudra poser $10 \times \left(\frac{60}{20}\right)^2 = 10 \times (3)^2 = 10 \times 9 = 90^s$.

On n'oubliera pas de faire cette correction au nombre de la Table qu'on veut employer, chaque fois que la distance de pose différera de 20 centièmes de millimètre.

L'expérience radiographique a d'ailleurs appris qu'avec un tube d'*intensité* et de *pénétrativité* moyennes on obtient, à 50 centimètres de distance :

SUJET.	POSE.	POSOMÈTRES en centièmes de millimètre.
Main adulte.....	10 secondes	24
Jambe adulte.....	3 minutes	100
Tête adulte.....	6 »	220
Bassin adulte.....	30 »	360

Ces indications générales seront complétées dans la suite par

chaque praticien, mais elles permettront déjà de prévoir approximativement la pose nécessaire à chaque opération, en tenant compte de l'épaisseur et de la nature du sujet.

Voyons maintenant comment mettre en œuvre les données précédentes.

Opération. — S'agit-il, par exemple, de radiographier un genou de profil à 50^{cm} d'un tube moyen.

Après installation du sujet et de la source, on place, à côté du genou, sur la plaque photographique, l'échelle posométrique n° 2 qui porte vers le milieu l'échelon de 100 centièmes de millimètre d'épaisseur. On pose 3 minutes. On développe. On voit apparaître d'abord, en noir, les points repères. Viennent ensuite les rectangles cachés sous les écrans les moins épais de l'échelle. On arrête le développement dès que commence à se teinter le rectangle n° 6 qui correspond à l'épaisseur 100.

On fixe et lave comme d'usage.

Passant alors au grand jour, on vérifie que le développement a juste atteint le rectangle n° 6.

Selon qu'alors la radiographie est plus ou moins parfaite, on juge si la pose a été bonne, trop courte ou trop longue. On note ses observations à ce sujet et l'on en tiendra compte dans les opérations ultérieures pour modifier convenablement les poses, corriger et compléter la Table de références.

On jugera aussi du moindre voile par l'état de la silhouette laissée par le cadre opaque du posomètre.

Après quelques expériences bien étudiées, on arrivera vite à estimer d'avance la pose convenable pour chaque opération, lorsque surtout on tiendra régulièrement un livre d'expériences où l'on inscrira pour chaque opération :

1° La désignation du tube employé;
2° Les conditions de sa marche;
3° La nature du sujet;
4° L'épaisseur du sujet;
5° La distance de pose;
6° Le temps de pose;
7° Le degré posométrique obtenu;

8° Les autres observations accidentelles.

Lorsque l'on abordera un sujet sur les conditions radiographiques duquel on n'a aucune donnée préalable, on placera à côté les trois échelles. On développera jusqu'à menace de voile.

L'observation des silhouettes posométriques et l'estimation des qualités graphiques du sujet permettront d'arriver à une pose correcte après un ou deux essais.

L'emploi du posomètre permettra enfin de se rendre, à chaque opération, un compte exact de l'état du matériel radiographique.

Si, en particulier, une expérience donne un cliché gris lorsque l'impression a cependant atteint le numéro de l'échelle qui devait être impressionné, on sera avisé que le tube s'est modifié, qu'il a perdu en *intensité* et gagné en *pénétrativité* parce que le degré du vide a augmenté par l'usage, en même temps que la résistance au passage de la décharge électrique. Il suffira alors de chauffer le tube pour lui rendre plus ou moins complètement ses qualités premières.

Condensateur de rayons X de MM. Radiguet et Guichard. — On sait que l'écran de plomb placé derrière la plaque et préconisé par M. Buguet est employé par de nombreux opérateurs, bien qu'à notre avis son rôle renforçateur ne soit pas prouvé d'une façon bien certaine. On connaît également les travaux du même auteur, qui, pour les radiographies d'objets métalliques (montre, fusil Lebel), a indiqué de les entourer d'une ceinture de plomb. MM. Radiguet et Guichard ont pensé à étendre ce mode opératoire aux radiographies humaines et à enfermer le modèle dans une enceinte impénétrable aux rayons X (Académie de Médecine, 15 mars 1898). Ils se servent à cet effet d'une vaste caisse pyramidale garnie de plomb qui recouvre la partie à radiographier, l'ampoule se trouvant à la partie supérieure. Les auteurs prétendent avoir obtenu avec ce dispositif une véritable condensation des radiations qui correspondrait à une diminution manifeste de la pose et à une réduction plus énergique de la couche photographique.

Endodiascopie.

Cette nouvelle méthode d'exploration par l'introduction de l'ampoule dans les cavités naturelles, que nous avions signalée seulement page 194, se perfectionne tous les jours, et comme elle est destinée à résoudre certains problèmes insolubles par les procédés radiographiques ordinaires, nous croyons devoir l'étudier un peu plus à fond.

Le premier essai de radiographie dans cet ordre d'idées est dû à MM. Oudin et Barthélemy (novembre 1895). Le tube employé avait été établi par M. Chabaud. Il ne paraît pas avoir donné de résultats satisfaisants.

En mai 1897, M. le Dr Destot, qui a toujours été grand partisan des machines statiques, indiquait à la Société des Sciences médicales de Lyon les avantages de ces appareils qui, dans certaines conditions données (isolement de l'opérateur et du malade sur un tabouret à pieds de verre), permettent d'approcher le tube du malade et de le toucher même sans ressentir aucune impression. Il signalait à ce moment la possibilité de faire des tubes-sondes qu'on pouvait introduire dans les cavités naturelles en les éclairant au moyen d'un seul pôle.

En novembre 1897, M. Rémond, se servant de la machine unipolaire Noé, réalisait l'éclairage de l'ampoule tenue à la main ou entre les dents. Plus tard, en janvier 1898, MM. Rémond et Noé créaient un dispositif rationnel assurant le fonctionnement des ampoules dans un champ à tension quelconque, dans des liquides, des masses musculaires, etc.

A la même époque, M. Bouchacourt, s'occupant principalement des applications pratiques, créait un tube spécial avec spéculum de bois, l'employait avec une machine statique Carré dont le pôle positif était à terre et obtenait les deux premières radiographies de symphyses pubiennes. (*Presse médicale,* 9 mars 1898.)

Aussitôt la méthode Rémond-Noé publiée, l'auteur en a adopté le dispositif, qui permet de faire fonctionner le tube de Crookes dans une enveloppe métallique, c'est-à-dire propre, peu volumineuse, d'une introduction facile et soustrayant malade et opéra-

teur à toute action des phénomènes électriques, quelle que soit leur intensité. Il présente à l'Académie de Médecine (24 mai 1898) un certain nombre de radiographies pubiennes, de sacrum et de maxillaires et donne le résultat de ses travaux et de ses recherches dans sa thèse de Doctorat (7 juillet 1898).

Voyons maintenant le matériel employé :

Générateurs d'électricité. — 1° *Machine bipolaire.* — On peut utiliser ce genre de machine, ainsi que l'a proposé M. Destot, à condition d'isoler du sol le sujet et l'opérateur. Cet isolement entraîne de sérieuses difficultés d'exécution.

2° *Machine unipolaire.* — Si l'on met le pôle positif de la machine statique en communication avec le sol, le malade et l'opérateur n'ont plus besoin d'être isolés. M. Bouchacourt a fait ses premiers essais avec une machine Carré. Cette machine a été perfectionnée par MM. Rémond et Noé, qui la construisent à trois plateaux indépendants : grâce à un dispositif fort simple, on peut faire varier le débit très facilement. La machine s'amorce seule, elle fonctionne toujours dans le même sens; elle est actionnée par une dynamo, ce qui assure une régularité de marche très grande.

Ampoules-sondes. — Les premiers tubes qui furent soufflés par Anselme, sur la demande de MM. Bouchacourt et Destot, étaient allongés et de petit diamètre, afin de pouvoir pénétrer dans les cavités naturelles. La surface éclairante est reportée tout à fait à la partie antérieure. A l'extérieur, l'ampoule porte un renflement qui en augmente la capacité, tout comme dans l'ampoule Colardeau. L'extrémité antérieure (anode) se termine par une calotte métallique. Le tube est enfermé dans un spéculum de bois destiné à le protéger et à isoler le malade. Un fil électrique bien isolé suit le spéculum et vient aboutir à une calotte métallique intérieure qui s'applique sur la calotte du tube; de cette manière, le passage du courant est parfaitement assuré. L'extrémité cathodique du tube est terminée par une boule métallique servant de détonateur (dispositif Rémond-Noé).

Le conducteur de la machine étant approché à distance suffisante, le courant s'effectue par la succession des étincelles qui jaillissent en ce point. En modifiant l'intervalle et, par suite, la longueur d'étincelle, on peut régler assez bien la marche du tube.

L'endodiascope de MM. Rémond et Noé est formé par un tube métallique nickelé à extrémité arrondie. Une fenêtre en celluloïd, située en face du miroir anode, laisse passage aux radiations actives. Une fois en place, la partie métallique est reliée à un support également métallique, qui est en communication avec la terre.

Pour la mise en œuvre de l'endodiascopie, nous ne saurions mieux faire que de renvoyer le lecteur à la thèse originale de M. Bouchacourt; il verra les avantages de la méthode pour les radiographies buccales, l'examen des dents, du sinus maxillaire, l'exploration abdomino-pelvienne antérieure et postérieure, etc.

D'ailleurs, nous ignorons ce que cette méthode encore toute récente nous réserve ; elle fait le plus grand honneur à MM. Destot, Bouchacourt, Rémond et Noé qui, par leurs travaux spéciaux sur la question, ont assuré à notre pays la priorité d'une nouvelle et très importante application de la découverte du Professeur Rœntgen.

FIN.

TABLE ALPHABÉTIQUE.

Pages.

Accidents opératoires 195
Acide sulfurique spécial pour garnir les accumulateurs 11
Action des rayons X sur le cœur. 199, 201
Accumulateurs 7
Accumulateurs Blot 9
Accumulateurs Fulmen 9
Accumulateurs Julien 10
Accumulateurs (Capacité des) ... 9
Accumulateurs (Charge des) 10
Accumulateurs (Choix des) 8
Affections de la colonne vertébrale. 190
Altération des ongles 198
Ampèremètre 11, 46
Ampoule (Aspect de l') 86
Ampoule bianodique 63
Ampoule (Chauffage de l') 87
Ampoules (Choix du verre) 59
Ampoule Colardeau 64
Ampoule (De la position de l') ... 88
Ampoule (Détermination du champ d'éclairement de l') 88
Ampoules (Durée des) 225
Ampoules (Fabrication des) 53
Ampoule filiforme Seguy 60
Ampoule focus 62
Ampoule fonctionnant avec les courants alternatifs 69
Ampoule (influence de sa distance au point de vue de la durée d'exposition) 89

Pages.

Ampoule (influence de sa distance au point de vue de la netteté). 90
Ampoules (Mise en marche des). 83
Ampoule Penetrator 63
Ampoule en poire 60
Ampoules à refroidissement 68
Ampoules régénérables 65, 225
Ampoule à régulateur automatique de vide 67
Ampoules-sondes 234
Anode 7
Anomalies digitales 144
Applications diverses 204
Bassins (Radiographies de) 193
Bichromate de potasse (solution pour piles) 5
Bichromate de potasse (solution sursaturée pour piles) 6
Bobine d'induction 16
Cadavre (Radiographies sur le) .. 179
Calculs (Recherche des) 185
Cathode 7
Charbon (Ampoule à réservoir annexe contenant du) 66
Charge des accumulateurs au moyen du courant continu fourni par une station centrale, combinée avec l'éclairage du laboratoire 15
Charge des accumulateurs au moyen d'une dynamo ou du courant direct d'une station centrale. 15

Pages.

Charge des accumulateurs au moyen de piles 14
Châssis radiographique 80
Chute des cheveux et des poils... 198
Cloisonnement des bobines 24
Condensateur 20
Condensateur (Variations de la capacité du) 26
Condensateur de rayons X de MM. Radiguet et Guichard.... 23
Conducteurs (diamètre d'après l'intensité du courant) 46
Contrôle photographique de l'impression radiographique..... 99
Courant alternatif (emploi pour la charge des accumulateurs).. 13
Degré de vide de l'ampoule (procédés de contrôle) 57
Détermination de la position exacte des corps étrangers, 167. — Méthode de M. Buguet et Gascard, 168. — Méthode de M. Brunel, 171. — Méthode de M. Foveau de Courmelles, 171. — Méthode de M. A. Londe, 169. — Méthode du Dr Mergier, 176. Méthode de M. H. Morize, 175. — Méthode de MM. Remy et Contremoulins 172
Développement 111
Diagnostic chirurgical 187
Diagnostic obstétrical..... 191
Diagnostic par la Radioscopie et la Radiographie 179
Diamants (Analyse radiographique des) 216
Disjoncteur automatique du courant..... 11
Durée d'exposition (Détermination de la)..... 92
Dynamo (emploi pour la charge des accumulateurs)..... 13
Écrans fluorescents 122
Écran fluorescent (Emploi de l'). 124

Pages.

Écrans phosphorescents..... 133
Écrans renforçateurs (Effet des).. 105
Écrans renforçateurs (Emploi des). 103
Ectrodactylie..... 149, 150
Électrodes..... 7
Électroscope Hurmuzescu..... 84
Endodiascopie..... 194, 233
Érythèmes..... 195
Étincelle d'extra-courant..... 20
Examen des objets à travers une enveloppe perméable aux rayons X. 217
Excitateur 23
Falsifications diverses (Recherche des) 216
Fluorescence..... 123
Fluoroscope de Clément et Gilmer. 127
Fluoroscope d'Édison 76, 126
Fluoroscope de Ducretet..... 126
Fluoroscope de Salvioni..... 126
Fluoroscope de Seguy..... 126
Fractures..... 156
Goutte 152
Hémiplégie..... 150
Histoire naturelle (Applications à l') 209
Impression simultanée de plusieurs couches sensibles..... 111
Indicateur de pôles..... 14
Inducteur..... 17
Induction (Machine d'). Emploi pour actionner le transformateur..... 16
Induit..... 17
Injections métalliques..... 207
Installation radiographique de clinique ou de laboratoire..... 71
Installation radiographique simplifiée..... 74
Installation radiographique transportable..... 75
Interrupteur Ducretet..... 35
Interrupteur inverseur..... 22
Interrupteur Foucault (actionné par la bobine) 29

Pages.

Interrupteur Foucault (indépendant) 30
Interrupteur A. Londe..... 32
Interrupteur métronome..... 42
Interrupteur de Neef..... 19
Interrupteur (Rendement de l')..... 32
Interrupteur rotatif d'Arsonval-Gaiffe..... 28
Interrupteur rotatif à rendement A. Londe et L. Leroy 40
Interrupteurs sans mercure..... 37
Interrupteur Seguy..... 37
Lampes à incandescence (emploi comme résistance)..... 45
Lésions pulmonaires (Étude des). 186
Lecture des radiographies 114
Lorgnette humaine..... 76
Luxations..... 154
Luxations congénitales de la hanche..... 191
Machine statique (Emploi de la)..... 47, 234
Macrodactylie..... 150
Maillechort (Fils de). Choix du diamètre..... 44
Momies (Radiographie des)..... 209
Mouvements articulaires (Étude des)..... 183
Multiplication des radiographies. 121
Myxœdème..... 138
Objets métalliques (Radiographies d')..... 219
Occlusion des molécules de gaz dans le verre de l'ampoule..... 65
Organes internes (Aspect des)... 179
Osmose (Ampoule régénérable par)..... 225
Ostéite déformante de Paget..... 151
Palladium (Ampoule à électrode supplémentaire de)..... 65
Paléontologie (Applications à la). 209
Paralysie infantile..... 150
Pellicules photographiques (Emploi des)..... 105

Pages.

Pelvigraphie (Applications de la Radiographie à la)..... 193
Pile Bunsen..... 4
Pile au bichromate de potasse... 5
Piles électriques..... 3
Pile Radiguet..... 5
Pile Trouvé 5
Phono-trembleur Radiguet..... 31
Phosphorescence..... 123
Platinocyanure de baryum..... 123
Plaques photographiques (Inconvénients des)..... 110
Plaques à double couche (Emploi des)..... 104
Plaques spéciales pour la Radiographie..... 101, 228
Plomb fusible..... 21
Plombs fusibles (Diamètre à adopter suivant l'intensité du courant)..... 22
Préparations photographiques (Choix des)..... 99
Pompe à mercure..... 54
Pompe à mercure (dispositif de Verneuil) 55
Pôle négatif (est marqué en noir ou en bleu dans les accumulateurs). 12
Pôle positif (est marqué en rouge dans les accumulateurs)..... 12
Polydactylie 147, 148
Posomètre pour apprécier la durée d'exposition et contrôler le développement des radiographies... 228
Potasse (Ampoule à réservoir annexe contenant de la)..... 66
Radiographies comparables (Nécessité des)..... 184
Radiographie des pièces molles.. 205
Radiographie (Valeur de la)..... 130
Radioscopie 122
Radioscopie (Insuffisance dans certains cas de la)..... 132
Radioscopie (Valeur de la)..... 130
Recherche des aiguilles..... 160

Pages.
Recherche des balles dans le crâne. 161
Recherche des éclats de verre.... 160
Recherche des corps étrangers dans l'organisme 159
Recherche d'autres corps étrangers..... 166
Recherche des projectiles..... 161
Réduction des temps de pose.... 228
Renforçage des négatifs..... 113
Rhéostat..... 43
Rhéostat liquide..... 45
Rhéostat (petit) à curseur..... 41
Rhumatisme chronique..... 152
Sciences médicales (Applications de la Radiographie aux)..... 135
Sel chromique (pour piles)..... 7
Self-induction..... 18
Sens du courant induit dans la bobine de Ruhmkorff (Procédés pour reconnaître le)..... 27
Stéréoscopique (Radiographie). Méthode de MM. A. Imbert et H. Bertin-Sans, 178. — Méthode de MM. Th. Marie et H. Ribant. 178
Sulfure de calcium..... 123
Sulfure de strontium 123
Sulfure de zinc..... 123
Support d'ampoule 77
Support pour la radiographie des têtes 82
Support radioscopique..... 127

Pages.
Système osseux (Anomalies du). 144
Système osseux (Formation du).. 138
Système osseux (Lésions du).... 150
Syndactylie..... 149, 150
Table d'opération..... 81
Table clinique du Dr de Bourgade. 129
Thorax (Radiographie de)..... 186
Traitement par les rayons X..... 202
Transformateur..... 16
Transformateur (Choix du)..... 23
Transformateur de MM. Rochefort-Luçay et Wydts..... 49
Transparence des divers antiseptiques..... 95
Transparence des divers corps aux rayons X..... 96
Transparence des liquides..... 205
Transparence des métaux..... 205
Transparence des diverses substances..... 205
Trembleur à marteau 18
Trompe à eau Alvergniat et Chabaud..... 53
Tumeurs (Radiographie des)..... 185
Tumeurs cancéreuses (Radiographie des)..... 186
Tungstate de calcium..... 123
Urate de soude (Transparence de l')..... 152
Voile des négatifs radiographiques. 99
Voltmètre 11, 46

FIN DE LA TABLE ALPHABÉTIQUE.

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

PRÉFACE V
INTRODUCTION I

PREMIÈRE PARTIE.

MATÉRIEL ET TECHNIQUE.

CHAPITRE I.

Du Matériel nécessaire pour la Radiographie et la Radioscopie.

I. *Générateur d'électricité* 3
1° Piles électriques 3
2° Accumulateurs, 7. — Choix des accumulateurs, 8. — Charge et entretien des accumulateurs 10
3° Emploi des machines d'induction 16

II. *Le transformateur* 16
Interrupteur inverseur, 22. — Excitateur 23
Du choix du transformateur 23
Des divers types d'interrupteurs, 27. — D'Arsonval-Gaiffe, 28. — Foucault, 29. — Radiguet, 31. — A. Londe, 32. — Ducretet, 35. — Seguy, 37. — Interrupteurs sans mercure, 37. — Radiguet, 37. — A. Londe et L. Leroy, 40. — Interrupteur métronome 42
Rhéostat 43

Pages.

Appareils de mesure..... 46
Conducteurs..... 46
Emploi d'autres transformateurs..... 47
Emploi de la machine statique..... 47
Transformateur de MM. Rochefort-Luçay et Wydts..... 49
III. *Des ampoules*..... 52
Fabrication des ampoules..... 53
Contrôle optique, 58; — photographique, 58; — électroscopique..... 58
Du choix du verre destiné à la confection des ampoules..... 59
Nature et disposition des électrodes dans les ampoules..... 60
Ampoule filiforme Seguy, 60; — en poire, 60; — focus, 62; — bi anodique, 63; — Penetrator, 63; — Colardeau..... 64
Ampoules régénérables..... 65
Ampoules à régulateur automatique de vide..... 67
Ampoules à refroidissement..... 68
Ampoules fonctionnant avec les courants alternatifs simples..... 69

CHAPITRE II.

Technique radiographique.

Installation fixe de clinique ou de laboratoire..... 71
1° Emploi des accumulateurs, 71. — 2° du courant de ville ou d'une dynamo spéciale..... 73
Installation simplifiée..... 74
Matériel transportable..... 75
Accessoires divers. — Support d'ampoule..... 77
Dispositifs destinés à renfermer la plaque photographique..... 78
Table d'opération..... 81
Mise en marche des ampoules..... 83
Aspect de l'ampoule en fonction..... 86
De la position de l'ampoule par rapport au modèle..... 88
Détermination du champ d'éclairement de l'ampoule..... 88
De l'influence de la distance de l'ampoule au point de vue de la durée d'exposition, 89; — de la netteté..... 90
Détermination de la durée d'exposition..... 92
1° Puissance de la bobine et intensité du courant primaire..... 92
2° Fonctionnement et régime de l'interrupteur..... 93
3° Nature et éclairement de l'ampoule..... 94
4° Distance de l'ampoule..... 94
5° Nature et épaisseur de l'objet à traverser..... 95
6° Sensibilité de la plaque..... 96
Contrôle photographique de l'impression radiographique..... 99

Pages.

Opérations photographiques 99
Choix des préparations photographiques, 99. — Plaques spéciales pour la Radiographie 101
Emploi des écrans renforçateurs 103
Des inconvénients des plaques 110
Emploi simultané de plusieurs couches sensibles 111
Développement des négatifs radiographiques 111
Renforçage du négatif 113
Lecture des négatifs radiographiques 114
Multiplication des radiographies 121

CHAPITRE III.

Technique radioscopique.

Principe de la Radioscopie 122
Emploi de l'écran fluorescent 124
Support spécial pour examen radioscopique 127
Table clinique du Dr de Bourgade 129
Résultats radioscopiques 130
Écrans phosphorescents 133

SECONDE PARTIE.

APPLICATIONS DE LA RADIOGRAPHIE.

CHAPITRE I.

Applications aux Sciences médicales.

Formation du système osseux 138
Anomalies du système osseux 144
Lésions du système osseux; luxations; fractures 150
Recherche des corps étrangers dans l'organisme 159
Recherche des aiguilles, 160; — des éclats de verre, 160; — des projectiles. 161
Recherche d'autres corps étrangers 166
Détermination de la position exacte des corps étrangers 167
Radiographie stéréoscopique 178
Diagnostic par la Radioscopie et la Radiographie 179
Diagnostic chirurgical 187
Diagnostic obstétrical 191
Accidents opératoires 195
Traitement par les rayons X 202

CHAPITRE II.

Applications diverses.

Pages.

Radiographie des pièces molles 204
Recherche de falsifications diverses 216
Radiographie d'objets métalliques 219

ADDENDA.

Durée des ampoules 225
Ampoule régénérable par osmose 225
Réduction des temps de pose 228
Plaques radiographiques 228
Posomètre pour apprécier la durée d'exposition et contrôler le développement des radiographies 228
Condensateur de rayons X de MM. Radiguet et Guichard 232
Endodiascopie 233
Ampoules-sondes 234

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

6251 B. — Paris, imp. Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins.

This book should be returned to the Library on or before the last date stamped below.

A fine of five cents a day is incurred by retaining it beyond the specified time.

Please return promptly.

JAN 30 '60 H

APR 19 '60 H

B CANCELLED

APR 29 1980

Phys 3045.953
Traite pratique de radiographie et
Widener Library 003301030
3 2044 080 810 989